

APPARATUS AND METHOD FOR REPRODUCING INFORMATION, APPARATUS AND METHOD FOR RECORDING AND REPRODUCING INFORMATION, AND INFORMATION RECORDING MEDIUM

Publication number: JP2004005787

Publication date: 2004-01-08

Inventor: MINAGAWA NOBORU

Applicant: PIONEER ELECTRONIC CORP

Classification:


- international: **G11B7/005; G11B7/007; G11B20/10; G11B20/12; G11B20/14; G11B7/00; G11B7/007; G11B20/10; G11B20/12; G11B20/14;** (IPC1-7): G11B7/007; G11B7/005; G11B20/10; G11B20/12; G11B20/14

- European: G11B7/005; G11B20/10A; G11B20/14C

Application number: JP20020157372 20020530

Priority number(s): JP20020157372 20020530

Also published as:

 US2003223341 (A1)

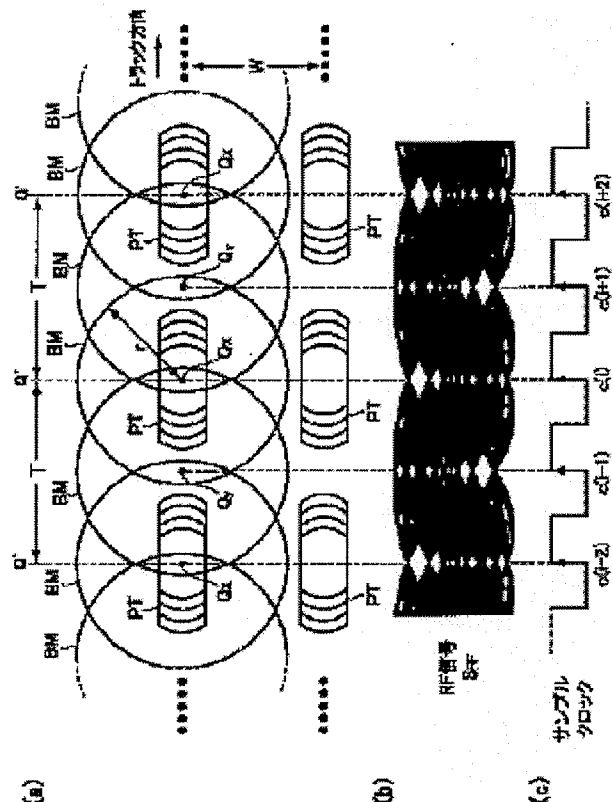
Report a data error here

Abstract of JP2004005787

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an information recording/reproducing apparatus which narrows mark intervals T and performs high-density recording reproduction to the information recording medium.

SOLUTION: Each mark PT of which front end and rear end edges are set as deflecting volume with M stages according to multilevel data is recorded at prescribed mark intervals T. In the case of information reproduction, when a spotting volume of optical beam BM for reading comes to a mark datum position Qx and a spacing datum position Qy, reading data c(i) are successively generated by simultaneously reading the front end and rear end edges in adjacent relation. The reading data c(i) are compared with prescribed expectation data by performing approximation analysis such as Viterbi decoding, each deflection volume of the front end and rear end edges of each mark is calculated based on a comparison result and the multilevel data are decoded. Reference mark column having the front end and rear end edges equivalent to combination of the deflection volume with M stages is recorded similarly as the mark here and expectation data for performing the approximation analysis are acquired by reading the reference mark column similarly as in the case of the mark.

COPYRIGHT: (C)2004,JPO



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2004-5787

(P2004-5787A)

(43) 公開日 平成16年1月8日(2004.1.8)

(51) Int.Cl.⁷

F 1

テーマコード(参考)

G 1 1 B 7/007

G 1 1 B 7/007

5 D 0 4 4

G 1 1 B 7/005

G 1 1 B 7/005

B

5 D 0 9 0

G 1 1 B 20/10

G 1 1 B 20/10

3 O 1 Z

G 1 1 B 20/12

G 1 1 B 20/12

G 1 1 B 20/14

G 1 1 B 20/14

3 4 1 A

審査請求 未請求 請求項の数 13 O L (全 40 頁)

(21) 出願番号

特願2002-157372(P2002-157372)

(22) 出願日

平成14年5月30日(2002.5.30)

(出願人による申告) 国等の委託研究の成果に係る特許出願(平成13年度新エネルギー・産業技術総合開発機構「ナノメータ制御光ディスクシステムの研究開発」委託研究、産業活力再生特別措置法第30条の適用を受けるもの)

(71) 出願人 000005016

パイオニア株式会社

東京都目黒区目黒1丁目4番1号

(74) 代理人 100063565

弁理士 小橋 信淳

(74) 代理人 100118898

弁理士 小橋 立昌

(72) 発明者 皆川 登

埼玉県鶴ヶ島市富士見6丁目1番1号 パイオニア株式会社総合研究所内

Fターム(参考) 5D044 BC02 CC06 DE02 GL01 GL02

GL32 GL34

5D090 AA01 CC01 CC04 CC14 FF13

FF17

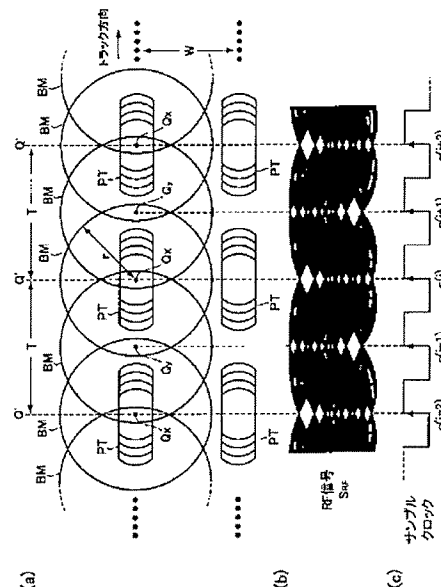
(54) 【発明の名称】 情報再生装置及び情報記録再生装置、並びに情報再生方法及び情報記録再生方法と情報記録媒体

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 マーク間隔Tを狭くすることができ、情報記録媒体に高密度の記録再生を行う情報記録再生装置を提供する。

【解決手段】 前端及び後端エッジとが多値データに従ったM段階の偏量に設定されている各マークPTを、所定のマーク間隔Tで記録する。情報再生に際し、読取用光ビームBMのスポット領域がマーク基準位置Q×とスペース基準位置Q×にきたときに、隣接関係にある前端及び後端エッジを同時読み取りすることで読取りデータc(i)を順次に生成する。ピタピ復号等の近似解析を行うことで、読取りデータc(i)と所定の期待値データとを比較し、その結果に基づいて各マークの前端及び後端エッジの各偏量を求め、多値データを復号する。ここで、M段階の偏量の組合わせに相当する前端及び後端エッジを有する基準マーク列を上記マークと同じように記録しておき、上記マークと同じようにして読取ることで近似解析を行うための期待値データを取得する。

【選択図】 図6



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

各々のマーク端がM段階（Mは正の整数）に偏 するようにトラック上にマーク列を記録することにより前記マーク端にM値の多値データを記録した情報記録媒体を再生する情報再生装置であって、

前記トラック上で前後に隣接する2個のマーク端を光学的に同時に読み取り、読取りデータを出力する読取手段と、

前記読取りデータのレベルを複数個の基準値と比較した結果に基づいて前記多値データを再生する復号手段とを備え、

前記基準値の各々は、前記2個のマーク端に記録された2つの多値データの組み合わせに対応した異なるレベルを有することを特徴とする情報再生装置。 10

【請求項 2】

前記情報記録媒体には、前端エッジと後端エッジの位置を各々独立にM段階に偏 させたM×M個のマークのうち、予め決められている少なくともM個以上の期待値データとして基準マーク列が記録され、

前記読取手段は、前記M個以上の基準マーク列を光学的に読取り走査し、各基準マークの前端エッジと後端エッジを同時に読み取ることにより得られるM個以上の第1の読取りデータと、互いに隣接関係に位置する一方の基準マークの後端エッジと他方の基準マークの前端エッジを同時に読み取ることにより得られるM個以上の第2の読取りデータより、前記期待値データの一部を生成し、その他の部分の期待値データは前記一部分の期待値データより補完演算により生成し、

前記復号手段は、前記読取手段が各記録マークの前端エッジと後端エッジを同時に読み取ることにより生成される読取りデータと前記第1の読取りデータより生成された期待値データとを比較し、当該読取りデータに最も近い期待値データから、前記同時に読み取られた各記録マークの前端エッジと後端エッジの各偏 量を求めると共に、前記読取手段が互いに隣接関係に位置する一方の記録マークの後端エッジと他方の記録マークの前端エッジを同時に読み取ることにより生成される読取りデータと前記第2の読取りデータより生成された期待値データとを比較し、当該読取りデータに最も近い期待値データから、前記同時に読み取られた互いに隣接関係に位置する記録マークの前端エッジと後端エッジの各偏 量を求める近似解析手段を備えることを特徴とする請求項1に記載の情報再生装置。 20 30

【請求項 3】

前記近似解析手段は、ビタビ復号により、前記期待値データと前記読取手段により生成される前記記録マークの読取りデータとから、前記記録マークの前端エッジと後端エッジの各偏 量を求めることを特徴とする請求項1又は2に記載の情報再生装置。

【請求項 4】

各々のマークサイズがM段階（Mは正の整数）に偏 するようにトラック上にマーク列を記録することによりマークにM値の多値データを記録した情報記録媒体を再生する情報再生装置であって、

前記トラック上で前後に隣接する2個のマークを光学的に同時に読み取り、読取りデータを出力する読取手段と、

前記読取りデータのレベルを複数個の基準値と比較した結果に基づいて前記多値データを再生する復号手段とを有し、

前記基準値の各々は、前記2個のマークに記録された2つの多値データの組み合わせに対応した異なるレベルを有することを特徴とする情報再生装置。 40

【請求項 5】

情報記録媒体に対し記録データを記録及び再生する情報記録再生装置であって、

前記情報記録媒体のトラック上にマーク列として、各々のマーク端にM値（Mは正の整数）の多値データを前記マーク端がM段階に偏 するように記録するマーク端偏 手段と、前記トラック上で前後に隣接する2個のマーク端を光学的に同時に読み取り、読取りデータを出力する読取手段と、 50

前記読取りデータのレベルを複数個の基準値と比較した結果に基づいて前記多値データを再生する復号手段とを備え、

前記基準値の各々は、前記2個のマーク端に記録された2つの多値データの組み合わせに対応した異なるレベルを有することを特徴とする情報記録再生装置。

【請求項6】

前端エッジと後端エッジの偏量が等しくなるもの同士の一方の基準マークのみと、前端エッジの偏量と後端エッジの偏量が共に等しくなる基準マークとの合計M個以上の基準マークを前記情報記録媒体に記録する記録手段を備え、

前記読取手段は、前記M個以上の基準マーク列を光学的に読取り走査し、各基準マークの前端エッジと後端エッジを同時に読み取ることにより得られるM個以上の第1の読取りデータと、互いに隣接関係に位置する一方の基準マークの後端エッジと他方の基準マークの前端エッジを同時に読み取ることにより得られるM個以上の第2の読取りデータとを前記期待値データとして生成し、

前記復号手段は、前記読取手段が各記録マークの前端エッジと後端エッジを同時に読み取ることにより生成される読取りデータと前記第1の読取りデータより生成された期待値データとを比較し、当該読取りデータに最も近い期待値データから、前記同時に読み取られた各記録マークの前端エッジと後端エッジの各偏量を求めると共に、前記読取手段が互いに隣接関係に位置する一方の記録マークの後端エッジと他方の記録マークの前端エッジを同時に読み取ることにより生成される読取りデータと前記第2の読取りデータより生成された期待値データとを比較し、当該読取りデータに最も近い期待値データから、前記同時に読み取られた互いに隣接関係に位置する記録マークの前端エッジと後端エッジの各偏量を求める近似解析手段を備えることを特徴とする請求項5に記載の情報記録再生装置。

【請求項7】

前記近似解析手段は、ビット復号により、前記期待値データと前記読取手段により生成される前記記録マークの読取りデータとから、前記記録マークの前端エッジと後端エッジの各偏量を求めることを特徴とする請求項5又は6に記載の情報記録再生装置。

【請求項8】

前記マーク端偏手段は、前記記録マークの前端エッジと後端エッジが同時に光学的に読み取られる際に照射される読取用光ビームによって生じるスポット領域の直径より小さなマーク長で、前記記録マーク列を記録することを特徴とする請求項5に記載の情報記録再生装置。

【請求項9】

情報記録媒体に対し記録データを記録及び再生する情報記録再生装置であって、

前記情報記録媒体のトラック上にマーク列として、各々のマークにM値(Mは正の整数)の多値データをマークサイズがM段階に偏するように記録するマーク端偏手段と、前記トラック上で前後に隣接する2個のマークを光学的に同時に読み取り、読取りデータを出力する読取手段と、

前記読取りデータのレベルを複数個の基準値と比較した結果に基づいて前記多値データを再生する復号手段とを備え、

前記基準値の各々は、前記2個のマークに記録された2つの多値データの組み合わせに対応した異なるレベルを有することを特徴とする情報記録再生装置。

【請求項10】

各々のマーク端がM段階(Mは正の整数)に偏するようにトラック上にマーク列を記録することにより前記マーク端にM値の多値データを記録した情報記録媒体の情報再生を行う情報再生方法であって、

前記トラック上で前後に隣接する2個のマーク端を光学的に同時に読み取り、読取りデータを出力する読取工程と、

前記読取りデータのレベルを複数個の基準値と比較した結果に基づいて前記多値データを再生する復号工程とを備え、

前記基準値の各々は、前記2個のマーク端に記録された2つの多値データの組み合わせに

10

20

30

40

50

対応した異なるレベルを有することを特徴とする情報再生方法。

【請求項 1 1】

情報記録媒体に対し記録データを記録及び再生する情報記録再生方法であって、
前記情報記録媒体のトラック上にマーク列として、各々のマーク端にM値（Mは正の整数）の多値データを前記マーク端がM段階に偏 するように記録するマーク端偏 工程と、
前記トラック上で前後に隣接する2個のマーク端を光学的に同時に読み取り、読み取りデータを出力する読取工程と、
前記読み取りデータのレベルを複数個の基準値と比較した結果に基づいて前記多値データを再生する復号工程とを備え、
前記基準値の各々は、前記2個のマーク端に記録された2つの多値データの組み合わせに 10
対応した異なるレベルを有することを特徴とする情報記録再生方法。

【請求項 1 2】

情報再生装置によって情報再生又は情報記録再生装置によって情報再生若しくは情報記録される情報記録媒体であって、
前端エッジの偏 量と後端エッジの偏 量が予め決められたM段階（Mは正の整数）の組み合わせに基づいて設定されているM個の以上の基準マーク列が記録されていることを特徴とする情報記録媒体。

【請求項 1 3】

前記基準マーク列は、予め決められた記録面の所定領域に記録されていることを特徴とする請求項 1 2に記載の情報記録媒体。 20

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、例えば書替え可能型光ディスク、追記型光ディスク、読出し専用光ディスク等の情報記録媒体に対して情報再生を行う情報再生装置及び情報再生方法と、情報記録媒体に対して情報記録と情報再生を行う情報記録再生装置及び情報記録再生方法と、それらの装置及び方法に適用される情報記録媒体に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

近年のオーディオビデオ技術、通信技術、コンピュータ技術等の進展、並びにこれらの技術 30
を融合したいわゆるマルチメディア化等の進展に伴い、大量の情報をより効果的に扱うことを可能にする情報処理技術の開発が望まれている。

【0003】

かかる背景において、情報処理に際して必要となる情報記録媒体の高密度・大容量化を図るための研究開発が進められており、一例として、1つのマークで多段階の情報を記録再生することを可能にするいわゆる多段階記録再生方法の試みがなされている。

【0004】

なお、マークとは、旧来より知られている読取り専用のコンパクトディスク（C D - R O M）に記録されたビットに相当するものであり、例えば相変化型の情報記録媒体等のよう 40
な記録再生が可能な情報記録媒体においては、記録された情報の形態をビットと呼ばず、一般にマークと呼んでいる。

【0005】

この従来の多段階記録再生方法では、図14（a）に示すように、情報記録媒体（以下「光ディスク」という）の記録面に、前端エッジと後端エッジの位置を偏 させてマークを形成（記録）し、その偏 量の違いによって1つのマークでも多段階の情報を記録可能とすると共に、記録容量の向上、すなわち大容量化を実現することとしている。

【0006】

一方、従来の多段階記録再生方法において、上述の多段階記録がなされているマークを読み取って情報再生するには、トラック方向に沿って記録されているマーク列P T 1、P T 2、P T 3 に読取り用の光ビーム（以下「読取用光ビーム」という）を照射しつつ順次 50

走査する。

【0007】

そして、その読取用光ビームの記録面における円形状の照射範囲（以下「スポット領域」という） $SA1$ 、 $SA2$ 、 $SA3$ が各マークの前端エッジ又は後端エッジの1つを包含する位置に位置すると、読取用光ビームの照射に対して記録面から反射してくる反射光を受光素子で受光し、その受光素子から出力される光電変換信号の変化に基づいて上述の偏量を検出し、検出した偏量からマークにて記録されていた情報を再生することとしている。

【0008】

すなわち、図14(a)に示すように、各マークの前端エッジ又は後端エッジがスポット領域内に包含された時点で生じる反射光を受光すると、図14(b)に示すように、前端エッジ又は後端エッジの偏量の違いに応じて、光電変換信号 S_{det} のレベルが多段階の何れかの値となる。そこで、図14(c)に示すような、予め決められている一定のマーク間隔 T の周期に同期したサンプリングクロック CLK に同期して、上述の光電変換信号 S_{det} のレベルをサンプリングし（図中の時点 t_1 、 t_2 、 t_3 を参照）、そのサンプリングにより得られるレベルから前端エッジ又は後端エッジの偏量を検出して、記録されていた情報を再生する。

【0009】

ここで、従来の多段階記録再生方法では、上述の読取用光ビームによっていわゆる情報読取りを行う際、スポット領域内に同時に前端エッジと後端エッジが包含されることになると、その前端エッジと後端エッジの偏量にて特徴付けられている両者の情報を同時に読取ることになり、両者の情報を光電変換信号 S_{det} から分離して再生することができない。このため、必ずスポット領域内に前端エッジ又は後端エッジの何れか1つだけが包含されるようにすべく、スポット領域の半径 r とマーク間隔 T との関係が、 $2r < T$ の条件を満足するようにして、記録再生を行うこととしている。

【0010】

すなわち、スポット領域内に同時に前端エッジと後端エッジが包含される場合としては、スポット領域内に1つのマーク全体が包含され、その結果、その1つのマークの後端エッジと前端エッジが同時に包含される場合と、互いに隣接関係に位置する一方のマークの前端エッジと他方のマークの後端エッジとが同時にスポット領域内に包含される場合との2通りの場合が存在する。

【0011】

こうした2通りの状態では、情報読取りを行っても前端及び後端エッジの夫々の偏量として記録されている両者の情報を分離して再生することはできないため、スポット領域の中心位置が何れか1つの前端エッジ又は後端エッジの位置にほぼ合致した時（すなわち、上記のサンプリングを行う時点）に、そのスポット領域内に他の前端エッジ又は後端エッジが包含されることがないようにすべく、上記のスポット領域の半径 r とマーク間隔 T との関係が予め決められている。

【0012】

更に、単に前端エッジと後端エッジのみに、ビーム径を絞った読取用光ビームでピンポイント照射しても、前端エッジと後端エッジの偏量を検出することはできない。すなわち、予め決められたマーク間隔 T 毎の各位置 Q を基準とし、その基準の位置 Q からの前端エッジと後端エッジまでの夫々の距離が、前端エッジと後端エッジの夫々の偏量となっている。

【0013】

したがって、スポット領域内に前端エッジ又は後端エッジの1つのみを単に包含させるのではなく、上述の基準の位置 Q をも包含し且つ前端エッジ又は後端エッジの1つのみを包含するように、スポット領域の半径 r とマーク間隔 T を決める必要があり、かかる条件を満足するために、上述の $2r < T$ の条件に基づいて記録再生を行うこととしている。

【0014】

10

20

30

40

50

このように、従来の多段階記録再生方法では、各マークのトラック方向における前端エッジと後端エッジの偏量を多段設定して記録すること、大量の情報を記録再生することを可能にしている。

【0015】

【発明が解決しようとする課題】

ところで、上記従来の多段階記録再生方法は、各マークの前端エッジと後端エッジの偏量を変化させて記録すること、光ディスクの記録容量を増大させ、それによって相対的に記録密度の向上を図ることとしている。

【0016】

しかし、既述したように、各マークの前端エッジと後端エッジを個々独立に読み取り、且つ既述した基準の位置Qをも包含して読み取る必要があることから、読取用光ビームによるスポット領域の半径 r を大きくし、更にその影響を受けてマーク間隔 T もスポット領域の半径 r の2倍以上に広げておく必要がある。そのため、マークの記録密度を物理的に向上させることが困難となるという問題があった。

【0017】

つまり、光ディスクの記録密度を上げるためには、単にスポット領域の半径 r と各マークのマーク長及びマーク間隔 T を全体的に同じ比率で小さくするだけでは足りず、スポット領域の半径 r と各マークのマーク長に較べて、マーク間隔 T を飛躍的に小さくすることが要求される。ところが、従来の多段階記録再生方法では、情報再生に支障を来さないようにするためには、上述した $2r < T$ の条件を満足しなければならないことから、マーク間隔 T を飛躍的に小さくすることが困難であり、そのため記録密度を向上させることができないという、普遍的且つ基本的な課題があった。

【0018】

本発明はこうした従来技術の基本的課題を克服すべくなされたものであり、情報記録媒体の記録密度の向上並びに記録容量の増大を図り得る情報再生装置、情報記録再生装置、情報再生方法、情報記録再生方法、及び高密度記録等を図るのに好適な情報記録媒体を提供することを目的とする。

【0019】

【課題を解決するための手段】

請求項1に記載の情報再生装置は、各々のマーク端がM段階（Mは正の整数）に偏するようにトラック上にマーク列を記録することにより前記マーク端にM値の多値データを記録した情報記録媒体を再生する情報再生装置であって、前記トラック上で前後に隣接する2個のマーク端を光学的に同時に読み取り、読取りデータを出力する読取手段と、前記読取りデータのレベルを複数個の基準値と比較した結果に基づいて前記多値データを再生する復号手段とを備え、前記基準値の各々は、前記2個のマーク端に記録された2つの多値データの組み合わせに対応した異なるレベルを有することを特徴とする。

【0020】

本情報再生装置は、いわゆる多段階記録のなされた情報記録媒体より情報再生を行う。その情報再生に際し、記録されているマーク列の前後に隣接する2個のマーク端を光学的に同時に読み取り、それによって2個のマーク端の情報を含んだ読取りデータを求める。更に、基準値と読取りデータとを比較し各マーク端の情報すなわち多値データを復号する。

【0021】

請求項4に記載の情報再生装置は、各々のマークサイズがM段階（Mは正の整数）に偏するようにトラック上にマーク列を記録することによりマークにM値の多値データを記録した情報記録媒体を再生する情報再生装置であって、前記トラック上で前後に隣接する2個のマークを光学的に同時に読み取り、読取りデータを出力する読取手段と、前記読取りデータのレベルを複数個の基準値と比較した結果に基づいて前記多値データを再生する復号手段とを有し、前記基準値の各々は、前記2個のマークに記録された2つの多値データの組み合わせに対応した異なるレベルを有することを特徴とする。

【0022】

10

20

30

40

50

本情報再生装置は、いわゆる多段階記録のなされた情報記録媒体より情報再生を行う。その情報再生に際し、記録されているマーク列の前後に隣接する2個のマークを光学的に同時に読み取り、それによって2個のマークの情報を含んだ読取りデータを求める。更に、基準値と読取りデータとを比較し各マークの情報すなわち多値データを復号する。

【0023】

したがって、請求項1に記載の情報再生装置は、隣り合って位置している2個の「マーク端」を同時に読み取るのに対し、請求項4に記載の情報再生装置は、隣り合って位置している2個の「マーク」を同時に読み取る。

【0024】

請求項5に記載の情報記録再生装置は、情報記録媒体に対し記録データを記録及び再生する情報記録再生装置であって、前記情報記録媒体のトラック上にマーク列として、各々のマーク端にM値（Mは正の整数）の多値データを前記マーク端がM段階に偏するよう記録するマーク端偏手段と、前記トラック上で前後に隣接する2個のマーク端を光学的に同時に読み取り、読取りデータを出力する読取手段と、前記読取りデータのレベルを複数個の基準値と比較した結果に基づいて前記多値データを再生する復号手段とを備え、前記基準値の各々は、前記2個のマーク端に記録された2つの多値データの組み合わせに対応した異なるレベルを有することを特徴とする。

10

【0025】

本情報記録再生装置は、情報記録媒体に対していわゆる多段階記録を行う。情報再生に際しては、情報記録媒体に記録されているマーク列の前後に隣接する2個のマーク端を光学的に同時に読み取り、それによって2個のマーク端の情報を含んだ読取りデータを求める。更に、基準値と読取りデータとを比較し各マーク端の情報すなわち多値データを復号する。

20

【0026】

請求項9に記載の情報記録再生装置は、情報記録媒体に対し記録データを記録及び再生する情報記録再生装置であって、前記情報記録媒体のトラック上にマーク列として、各々のマークにM値（Mは正の整数）の多値データをマークサイズがM段階に偏するよう記録するマーク端偏手段と、前記トラック上で前後に隣接する2個のマークを光学的に同時に読み取り、読取りデータを出力する読取手段と、前記読取りデータのレベルを複数個の基準値と比較した結果に基づいて前記多値データを再生する復号手段とを備え、前記基準値の各々は、前記2個のマークに記録された2つの多値データの組み合わせに対応した異なるレベルを有することを特徴とする。

30

【0027】

本情報記録再生装置は、マークサイズがM段階に偏（マークサイズがM段階に変化）するよう情報記録媒体に対していわゆる多段階記録を行う。情報再生に際しては、情報記録媒体に記録されているマーク列の前後に隣接する2個のマークを光学的に同時に読み取り、それによって2個のマークの情報を含んだ読取りデータを求める。更に、基準値と読取りデータとを比較し各マークの情報すなわち多値データを復号する。

【0028】

請求項10に記載の情報再生方法は、各々のマーク端がM段階（Mは正の整数）に偏するようトラック上にマーク列を記録することにより前記マーク端にM値の多値データを記録した情報記録媒体の情報再生を行う情報再生方法であって、前記トラック上で前後に隣接する2個のマーク端を光学的に同時に読み取り、読取りデータを出力する読取工程と、前記読取りデータのレベルを複数個の基準値と比較した結果に基づいて前記多値データを再生する復号工程とを備え、前記基準値の各々は、前記2個のマーク端に記録された2つの多値データの組み合わせに対応した異なるレベルを有することを特徴とする。

40

【0029】

本情報記録再生方法は、いわゆる多段階記録のなされた情報記録媒体より情報再生を行う。その情報再生に際し、記録されているマーク列の前後に隣接する2個のマーク端を光学的に同時に読み取り、それによって2個のマーク端の情報を含んだ読取りデータを求める

50

。更に、基準値と読取りデータとを比較し各マーク端の情報すなわち多値データを復号する。

【0030】

請求項11に記載の情報記録再生方法は、情報記録媒体に対し記録データを記録及び再生する情報記録再生方法であって、前記情報記録媒体のトラック上にマーク列として、各々のマーク端にM値（Mは正の整数）の多値データを前記マーク端がM段階に偏するよう

に記録するマーク端偏工程と、前記トラック上で前後に隣接する2個のマーク端を光学的に同時に読み取り、読取りデータを出力する読取工程と、前記読取りデータのレベルを複数個の基準値と比較した結果に基づいて前記多値データを再生する復号工程とを備え、前記基準値の各々は、前記2個のマーク端に記録された2つの多値データの組み合わせに対応した異なるレベルを有することを特徴とする。

10

【0031】

本情報記録再生方法は、情報記録媒体に対していわゆる多段階記録を行う。情報再生に際しては、情報記録媒体に記録されているマーク列の前後に隣接する2個のマークを光学的に同時に読み取り、それによって2個のマークの情報を含んだ読取りデータを求める。更に、基準値と読取りデータとを比較し各マークの情報すなわち多値データを復号する。

【0032】

請求項12に記載の情報記録媒体は、情報再生装置によって情報再生又は情報記録再生装置によって情報再生若しくは情報記録される情報記録媒体であって、前端エッジの偏量と後端エッジの偏量が予め決められたM段階（Mは正の整数）の組み合わせに基づいて

20

【0033】

本情報記録媒体は、いわゆるマーク端としての前端エッジの偏量と後端エッジの偏量が予め決められたM段階（Mは正の整数）の組み合わせに基づいて設定されているM個の以上の基準マーク列が記録される。情報再生装置又は情報記録再生装置によって情報再生が行われると基準マーク列を読み取り、その読み取りによって、復号を行うのに必要となる基準マークの情報を教示データとして提供する。

【0034】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の好適な実施の形態を図面を参照して説明する。

30

なお、好適な実施形態として、読み出し専用の情報記録媒体からの情報再生が可能であり、更に追記型や書替え可能型情報記録媒体への情報記録と情報再生が可能な情報記録再生装置について説明する。

【0035】

図1は、本情報記録再生装置の構成を示すブロック図であり、本情報記録再生装置を集中制御するシステムコントローラ13と、ユーザーが所望の指示を入力するための操作部16が備えられている。

【0036】

システムコントローラ13は、所定のシステムプログラムを実行するマイクロプロセッサ（MPU）14と、そのシステムプログラムを予め記憶する読出し専用メモリ（ROM）15が備えられ、操作部16からのユーザーの指示に従って上述のシステムプログラムを実行すること、情報記録及び情報再生の動作を集中制御する。

40

【0037】

なお、システムコントローラ13内のマイクロプロセッサ14と、後述するヘッドアンフ4から入力部12までの各構成要素4～12とがコントロールバス及びデータバスBUSを介して接続されており、これによってシステムコントローラ13による集中制御が可能となっている。

【0038】

更に本情報記録再生装置は、上述の情報記録媒体（以下「光ディスク」という）1をクラ

ンフしつつ回転させるスピンドルモータ2と、ディスク1に対して情報書込みと情報読取

50

リを行うビックアップ３と、ヘッドアンプ（ＲＦアンプとも言われる）４と、フォーカス・トラッキングサーボ回路８と、駆動部９と、スピンドルサーボ回路１０と、同期検出部６と、情報再生系を構成している複号部５及び出力部７と、情報記録系を構成している書込み信号生成部１１及び入力部１２を備えて構成され、複号部５と出力部７、書込み信号生成部１１、入力部１２は、システムコントローラ１３の指示に従って動作するデジタルシグナルプロセッサ（ＤＳＰ）や、プログラマブルロジックアレイ（ＰＬＡ）、及びデータ処理に際して各種データを記憶する半導体メモリ等により形成されている。

【００３９】

ビックアップ３には、情報記録の際にディスク１の記録面に書込用光ビームを照射すると共に、情報再生の際に読取用光ビームＢＭを照射する半導体レーザ等を備えた光学系が設けられている。 10

【００４０】

更にビックアップ３の光学系には、書込用光ビームの照射に対して光ディスク１から反射してくる反射光と、読取用光ビームＢＭの照射に対して光ディスク１から反射してくる反射光とを夫々受光し、それら反射光の強度に相当する光電変換信号Ｓｄｅｔを出力する受光素子が設けられている。

【００４１】

ヘッドアンプ４は、ビックアップ３よりの光電変換信号Ｓｄｅｔを増幅等していわゆるＲＦ信号ＳＲＦを出力する。

【００４２】

フォーカス・トラッキングサーボ回路８は、情報記録と情報再生に際して、光ディスク１に対するビックアップ３のフォーカスエラー及びトラッキングエラーの発生を抑制すべく、ＲＦ信号ＳＲＦの変動誤差を検知してビックアップ３の位置を微調整する。 20

【００４３】

駆動部９は、書込用光ビームと読取用光ビームＢＭを射出させるべく上述の半導体レーザへ電力を供給し、更に内蔵されている自動電力制御回路（ＡＰＣ）によって半導体レーザの射出パワーを帰還制御する。

【００４４】

すなわち、情報記録に際し、書込み信号生成部１１から供給される書込み信号Ｓｗに従って電力供給を行うと共に、ＲＦ信号ＳＲＦのレベル変動を抑制すべく半導体レーザの射出パワーを帰還制御することにより書込用光ビームを適切なパワーに設定する。また、情報再生に際し、ＲＦ信号ＳＲＦのレベル変動を抑制すべく半導体レーザの射出パワーを帰還制御することにより読取用光ビームＢＭを一定パワーとなるように調整する。 30

【００４５】

同期検出部６は、情報記録と情報再生の際に、光ディスク１に記録されている同期情報をＲＦ信号ＳＲＦから検出し、光ディスク１の回転角速度に相当する同期信号ＣＬＫを生成して出力する。

【００４６】

スピンドルサーボ回路１０は、同期検出部６から出力される同期信号ＣＬＫと予め決められている目標値との差分が０となるように、スピンドルモータ２の回転角速度を帰還制御し、それによって光ディスク１の回転角速度及び同期信号ＣＬＫの周波数（別言すれば周期）が一定となるように微調整する。 40

【００４７】

入力部１２は、情報記録に際し、外部機器等から入力される音声データや画像データ等の外部入力データに対して所定のデータ圧縮と、光ディスク１で決められている所定の変調方式に準拠した変調処理等を施し、それらデータ圧縮と変調処理等を施した記録データ $\alpha(i)$ を出力する。

【００４８】

書込み信号生成部１１は、記録データ $\alpha(i)$ を書込み信号Ｓｗに変換して駆動部９に供給する。なお、詳細については後述するが、記録データ列 $\alpha(i)$ に対して所定の符号化 50

処理を施すことにより、符号化データ列 $b(i)$ を生成し、更にその符号化データ列 $b(i)$ の個々のデータ $b(i)$ を多段階記録用の書込み信号 SW に変換して駆動部 9 に供給する。これにより、駆動部 9 が多段階記録用の書込み信号 SW に応じた書込用光ビームを半導体レーザから射出させ、その書込用光ビームによって追記型や書替え可能型の光ディスク 1 の記録面に、上記記録データ $a(i)$ に相当する記録マーク P/T を形成（記録）させる。

【0049】

復号部 5 は、情報再生に際して RF 信号 SRF を A/D 変換して入力する。そして、その A/D 変換によって得られる読取りデータ列 $c(i)$ に対して所定の復号処理を施すことにより、追記型や書替え可能型若しくは読み出し専用の光ディスク 1 に記録されていたマーク P/T の情報を復号して、復号データ $f(i)$ を出力する。なお、詳細については後述するが、読取りデータ列 $c(i)$ から復号データ $f(i)$ を生成する際、ビタビ復号等の処理を行うことで、復号精度の向上を実現している。

【0050】

出力部 7 は、復号部 5 からの復号データ $f(i)$ に対しデータ伸張等の復調処理を施し、更に復調したデータから例えば光ディスク 1 に記録されていた音楽や画像等の情報を、スピーカやディスプレイで再生可能な音声データや映像データに再生して出力する。

【0051】

次に、上述した書込み信号生成部 11 と復号部 5 の機能を、図 2 乃至図 8 を参照して、より詳細に説明する。

なお、図 2 は、書込み信号生成部 11 と復号部 5 の機能を模式的に示した図である。

【0052】

図 3 は、書込み信号生成部 11 で生成される書込み信号 SW の生成原理を示す図、図 4 及び図 5 は、書込み信号 SW に応じて追記型や書替え可能型の光ディスク 1 に記録されるマーク P/T の形状等を示す図である。

【0053】

図 6 は、光ディスク 1 に情報記録されるマーク列 P/T と、情報再生に際して照射される読取用光ビーム BM との位置関係等を示す図である。

更に、図 7 及び図 8 は、復号部 5 における復号原理を説明するための図である。

【0054】

まず、情報記録時における書込み信号生成部 11 の機能を説明する。

図 2 において、書込み信号生成部 11 は、 DSP や PLA で形成された符号化演算部 $WT1$ とエッジ位置偏 部 $WT2$ が設けられている。

【0055】

符号化演算部 $WT1$ は、入力部 12 から記録データ列 $a(i)$ が順次供給されると、既述した同期信号 CLK に同期して、次式 (1) で表される符号化演算を行うことにより、符号化データ列 $b(i)$ を生成して出力する。

【0056】

【数 1】

$$b(i) = \{a(i) + (M - b(i-1))\} \bmod M \quad \dots (1)$$

【0057】

ここで、変数 i は、記録データ $a(i)$ と符号化データ $b(i)$ の順番を示し、変数 M は、光ディスク 1 に形成（記録）すべきマーク P/T のマーク端、すなわちマーク P/T の前端的マーク端（以下「前端エッジ」という）と後端的マーク端（以下「後端エッジ」という）の偏 量の段階数を示す正の整数である。 $\bmod M$ は、右辺の計算結果 $\{a(i) + (M - b(i-1))\}$ に対して変数 M を法とする剰余演算を行うことを示している。また、変数 M は、システムコントローラ 13 からの指示に従って、予め所定の固定値に決められるようになっている。

【0058】

なお、上記式(1)で表される符号化演算を行うことによる効果については、後述の説明
 より明らかとなるが、上記式(1)は、生成される符号化データ $b(i-1)$ と $b(i)$
 との和 $b(i-1) + b(i)$ の値が元の記録データ $a(i)$ の値になるという関係を
 満足させるものとなっている。別言すると、元の記録データ $a(i)$ から符号化データ b
 $(i-1)$ を減算した値を符号化データ $b(i)$ とするという関係を満足すべく、符号化
 データ $b(i-1)$ と $b(i)$ を生成するための符号化式となっている。

【0059】

ただし、符号化データ $b(i)$ が負の値又は M 以上の値にならないようにするため、上記
 式(1)の右辺の計算結果 $\{a(i) + (M - b(i-1))\}$ に対して変数 M を法とす
 る剰余演算を行うこととしている。

10

【0060】

エッジ位置偏 部WT2は、上記式(1)に基づいて生成された各符号化データ $b(i-1)$
 と $b(i)$ の値に応じてPWM変調を施した書込み信号SWを生成する。

【0061】

すなわち、図3に示すように、同期検出部6で生成される同期信号CLKの基準の位置Q
 に同期させて、論理“H”となる期間のうち前端から位置Qまでの期間 τ_1 と位置Qから
 後端からまでの期間 τ_2 とを、符号化データ $b(i-1)$ と $b(i)$ の値に応じて夫々独
 立に多段階Mで変化させ、期間 τ_1 、 τ_2 によって設定される偏 量を有するPWM波と
 しての書込み信号SWを生成する。

【0062】

20

そして、書込み信号SWを駆動部9に供給し、その書込み信号SWに応じた書込用光ビ
 ムで光ディスク1の記録面にマークPTを形成させる。

【0063】

このように、PWM変調を施した書込み信号SWによって光ディスク1の記録面にマーク
 PTを形成(記録)すると、図6(a)に示すように、同期信号CLKの基準の位置Qに
 合わせて各マークPTの形成位置Q'が決まり、その形成位置Q'の間隔をマーク間隔T
 として、光ディスク1のトラック方向に各マークPTが形成される。

【0064】

更に、書込み信号SWの上記期間 τ_1 と τ_2 の偏 量に応じて、各マークPTの形成位置
 Q'からの前端エッジと後端エッジの形成位置が決まる。このため、前端エッジはその偏
 量によって符号化データ $b(i-1)$ の値を示す情報を有して形成されることになり、
 後端エッジはその偏 量によって符号化データ $b(i)$ の値を示す情報を有して形成され
 る。

30

【0065】

例えば、偏 量の段数Mを「4」に設定して情報記録を行うこととすると、図4に模式的
 に示すように、各マークPT($b(i-1)$ 、 $b(i)$)の前端エッジの偏 量が符号化
 データ $b(i-1)$ の値に応じて単位偏 量 Δ の整数倍で変化し、同様に後端エッジの偏
 量が符号化データ $b(i)$ の値に応じて単位偏 量 Δ の整数倍で変化する。

【0066】

なお、同図中の長さLminを示す部分は、各マークPT($b(i-1)$ 、 $b(i)$)の
 基部となる部分であり、この最もマーク長の短い部分を基部として、前端エッジと後端エ
 ッジの夫々の偏 量が符号化データ $b(i-1)$ と $b(i)$ の値に応じて単位偏 量 Δ の
 整数倍で変化する。また、多段階記録の原理を分かり易く示すために、便宜上、符号化デ
 ータ $b(i-1)$ と $b(i)$ が「0」～「3」の範囲で変化するのに応じて前端エッジと
 後端エッジの夫々の偏 量が単位偏 量 Δ の整数倍で変化するものとして示している。

40

【0067】

この結果、偏 量の段数Mを「4」に設定した場合には、1つのマークPT($b(i-1)$
 $b(i)$)によって、16段階の異なった情報を記録することが可能となっている。

【0068】

その内訳を述べると、マーク長が(Lmin)となる最短マーク長のマークがPT(3、

50

3) の計 1 個、マーク長が $(L_{min} + \Delta)$ となるマークが $PT(3, 2)$ と $PT(2, 3)$ の計 2 個、マーク長が $(L_{min} + 2\Delta)$ となるマークが $PT(3, 1)$ 、 $PT(2, 2)$ 、 $PT(1, 3)$ の計 3 個、マーク長が $(L_{min} + 3\Delta)$ となるマークが $PT(3, 0)$ 、 $PT(2, 1)$ 、 $PT(1, 2)$ 、 $PT(0, 3)$ の計 4 個、マーク長が $(L_{min} + 4\Delta)$ となるマークが $PT(2, 0)$ 、 $PT(1, 1)$ 、 $PT(0, 2)$ の計 3 個、マーク長が $(L_{min} + 5\Delta)$ となるマークが、 $PT(1, 0)$ 、 $PT(0, 1)$ の計 2 個、マーク長が $(L_{min} + 6\Delta)$ となる最長のマークが $PT(0, 0)$ の計 1 個となり、これら 16 種類の情報を 1 つのマーク $PT(b(i-1), b(i))$ で記録することが可能となっている。

【0069】

更に、情報再生に際して読取用光ビーム BM が光ディスク 1 の記録面に照射され、その記録面に生じる円形状のスポット領域の半径 r と、マーク間隔 T との関係が次式 (2) で表される条件に従って決められている。

【0070】

【数 2】

$$(M-1)\Delta + L_{min}/2 < r \quad \text{且つ、} \\ (T - L_{min}) < 2r \quad \dots (2)$$

【0071】

すなわち、図 6 (a) に示すように、情報再生の際に読取用光ビーム BM によって生じるスポット領域の中心が形成位置 Q' とトラックとの交差位置（以下「マーク基準位置」という） $Q \times$ に来るときに、その読取用光ビーム BM によるスポット領域内に 1 つのマーク PT の全てが包含されるように、情報記録の際に各マーク PT を記録すると共に、読取用光ビーム BM によるスポット領域がマーク間隔 T の 2 分の 1 の位置 $Q \times$ 、別言すればマーク基準位置 $Q \times$ 、 $Q \times$ の中間の位置（以下「スペース基準位置」という） $Q \times$ に来るときに、互いに隣り合っているマーク PT 、 PT の後端エッジと前端エッジが必ず 1 個ずつスポット領域内に入るように、情報記録の際にマーク間隔 T を決めて、各マーク PT を記録するようになっている。

【0072】

例えば、情報記録の際に上述の同期信号 CLK の周期と、書き込み信号生成部 11 で生成される書き込み信号 SW の周期とを所定の周期に設定することにより、上記式 (2) の条件を満足するマーク間隔 T とマーク PT の最大マーク長とを決めて、各マーク PT を記録する。

【0073】

したがって、後述の情報再生に際して、互いに隣り合う関係となる前端エッジと後端エッジに読取用光ビーム BM を同時に照射し、それによって生じる反射光を受光すること、その前端エッジと後端エッジの情報を同時に読み取るようになっている。

【0074】

このため、図 14 を参照して説明した従来技術に較べて、マーク間隔 T を狭めることができ、トラック方向におけるマーク PT の記録密度の大幅向上を実現している。

【0075】

すなわち、図 14 に示した従来技術では、各マークの前端エッジと後端エッジを光ビームの中心で 1 つずつ読取り再生することとしているため、その光ビームのスポット範囲内に各マークの前端エッジと後端エッジが同時に包含されることが無いようにする必要上、前端エッジと後端エッジの間隔を狭めることができず、基本的にトラック方向における記録密度を高めることが困難である。

【0076】

これに対して本発明では、各マーク PT の前端エッジと後端エッジ又は、前後に位置する一対のマーク PT 、 PT の前端エッジと後端エッジを、積極的に光ビーム BM のスポット

10

20

30

40

50

領域内に包含させて同時に読取り再生するので、前端エッジと後端エッジの間隔を容易に狭めることができ、トラック方向における記録密度を高めることが可能となっている。

【0077】

なお、情報再生に際して単に前端エッジと後端エッジを同時に読み取るだけでは、一般に前端エッジと後端エッジの情報を分離して再生することができないが、本発明では、上述した式(1)に基づく符号化と、後述する情報再生の際に行われる復号処理とによって、前端エッジと後端エッジの情報を分離して再生することを可能にしており、その原理については後述の情報再生の説明において詳しく述べることにする。

【0078】

更に、光ディスク1の半径方向に位置するマークPT、PTの間隔、別言するとトラック間隔Wが、読取用光ビームBMによるスポット領域の半径 r よりも大きな距離($r < W$)となるように、ピックアップ3の位置を微調整しつつ情報記録を行うようになっている。これにより、情報再生に際して光ディスク1の半径方向に位置するマークPT、PTの情報を読取用光ビームBMで同時に読み取るのを未然に防止し、いわゆるトラック間でのクロストーク等の発生を防止することとしている。

【0079】

そして、書き込み信号生成部11は、光ディスク1のいわゆるプログラム領域(データ記録領域とも言う)に、上述の記録データ $a(i)$ から生成した符号化データ $b(i)$ に基づいてマークPTを記録し終わると、前端エッジと後端エッジの偏量を夫々独立にM段階で変化させた合計 $M \times M$ 個のマークPTを基準マーク列として光ディスク1の所定領域に記録させ、後述の情報再生の際にそれらの基準マーク列を利用して、適切な情報再生を実現するようになっている。

【0080】

つまり、基準マークは、記録すべく記録データに対応して、プログラム領域等に記録されるいわゆる記録マークとは異なり、多段階記録の条件として予め決められた偏量の段数に応じて前端エッジの偏量と後端エッジの偏量が夫々独立に設定されて記録された、いわゆる教示データとして記録されるものである。例えば、図5に示すように、ピックアップ3内の半導体レーザの射出パワーを初期調整させるべく光ディスク1の所定部分に設けられているキャリブレーション領域などに、同期マークを先頭にして、 $M \times M$ 個のマークPTを基準マーク列として記録する。

【0081】

次に、情報再生時における復号部5の機能を説明する。

【0082】

図2において、復号部5は、近似解析部RD1と、上述した基準マーク列を読み取ることによって得られる読取りデータ列 $c(i)$ から期待値データを生成する期待値データ生成部RD2と、期待値データを記憶する期待値データ記憶部DBと、復号値演算部RD3とを備えて構成されており、近似解析部RD1と期待値データ生成部RD2及び復号値演算部RD3は、DSPやPLAで形成され、期待値データ記憶部DBは半導体メモリ(RAM)によって形成されている。

【0083】

まず、情報再生が開始されると、ピックアップ3は、システムコントローラ13からの指示に従って、図5に示したキャリブレーション領域等に記録されている $M \times M$ 個の基準マーク列を最初に読取り、その基準マーク列の読取りを完了すると、システムコントローラ13からの指示に従って光ディスク1のプログラム領域側に記録されているマーク列の読取りを開始する。

【0084】

ここで、図6(a)に示すように、ピックアップ3から光ディスク1に読出用光ビームBMを照射し、光ディスク1から反射されてくる反射光を受光することにより、図6(b)に示すようなアイパターンを有するRF信号SRFが得られる。復号部5は、図6(c)に示すように、上述した同期信号CLKからマーク間隔Tの2分の1の周期 $T/2$ に相当

10

20

30

40

50

するサンプリングクロックを生成し、そのサンプリングクロックに同期して、RF信号SRFをサンプリングし、更にA/D変換することによって読取りデータ列 $c(i)$ を生成する。

【0085】

そして、上述した $M \times M$ 個の基準マーク列に基づいて得られる読取りデータ列 $c(i)$ を期待値データ生成部RD2に供給し、一方、プログラム領域に記録されているマーク列に基づいて得られる読取りデータ列 $c(i)$ を近似解析部RD1に供給する。

期待値データ生成部RD2は、次のようにして期待値データを生成する。

【0086】

既述したように、ピックアップ3が $M \times M$ 個の基準マーク列を読み取っている間は、図7(a)に示すように、読取用光ビームBMのスポット領域の中心がマーク基準位置 $Q \times$ に位置し、そのスポット領域内に各基準マークPTが包含されたときに生じる反射光に基づいて得られた読取りデータ列 $c(i)$ と、図8(a)に示すように、読取用光ビームBMのスポット領域の中心がスペース基準位置 $Q \times$ に位置し、そのスポット領域内に互いに隣接する基準マークPT、PTの後端エッジと前端エッジが包含されたときに生じる反射光に基づいて得られた読取りデータ列 $c(i)$ とが、期待値データ生成部RD2に供給されることとなる。

【0087】

期待値データ生成部RD2は、図7(a)に示した状態のときに得られる読取りデータ列 $c(i)$ から、前端エッジの偏量と後端エッジの偏量とを変数としたルックアップテーブル形式の第1の期待値データ $D \times (b(i-1), b(i))$ を生成し、図8(a)に示した状態のときに得られる読取りデータ列 $c(i)$ から、後端エッジの偏量と前端エッジの偏量とを変数としたルックアップテーブル形式の第2の期待値データ $D \times (b(i-1), b(i))$ を生成する。

【0088】

例えば、説明の便宜上、仮に偏量の段数Mが「4」に設定されている合計16個の基準マーク列PTが記録されていた場合について述べると、図7(a)に示した状態のときに得られる16個の読取りデータ $c(i)$ から、図7(c)に示すような第1の期待値データ $D \times (b(i-1), b(i))$ を生成する。

【0089】

つまり、図7(c)中の変数 $b(i-1)$ を前端エッジの各偏量「0」～「3」、変数 $b(i)$ を後端エッジの各偏量「0」～「3」とし、変数 $b(i-1)$ と $b(i)$ に対応する「0.16」「0.28」等の合計16個の読取りデータ $c(i)$ の値を、第1の期待値データ $D \times (b(i-1), b(i))$ とする。

【0090】

ここで、読取用光ビームBMは光軸中心における強度が最も大きく、周辺にいくほど小さくなるという非線形な分布を有しており、更に読取用光ビームBMを照射したときに生じる反射光の強度は、マーク長の長い基準マークPTに読取用光ビームBMを照射したときに生じる反射光の強度ほど小さくなる。

【0091】

このため、前端エッジと後端エッジの各偏量に対する反射光の強度分布を計測すると、図7(b)に示すように、非線形な強度分布が得られる。

【0092】

なお、図7(b)は、図7(a)中に示すマーク基準位置 $Q \times$ から左側半分のスポット領域(つまり半円状のスポット領域)より反射されてきた反射光の強度分布 $R \times (b(i-1))$ と、マーク基準位置 $Q \times$ から右側半分のスポット領域(つまり半円状のスポット領域)より反射されてきた反射光の強度分布 $R \times (b(i))$ とを計測し、同一紙面上に表したものである。

【0093】

かかる図7(b)から解るように、反射光の強度 $R \times (b(i-1))$ と $R \times (b(i))$ は、前端エッジと後端エッジの偏量が線形に変化するのに応じて線形に変化するの

10

20

30

40

50

はなく、凹状の円弧で表されるような非線形に変化する。

【0094】

そして、既述した読取りデータ $c(i)$ は、図7(b)に示す同じ偏 量毎の反射光の強度 $R \times (b(i-1))$ と $R \times (b(i))$ の和 $R \times (b(i-1)) + R \times (b(i))$ に相当することから、図7(c)に示した第1の期待値データ $D \times (b(i-1))$ 、 $b(i)$ も、図7(b)に示した非線形に変化する強度分布 $R \times (b(i-1))$ 、 $R \times (b(i))$ の特徴を有したデータ群として生成されるようになっている。

【0095】

一方、図8(c)に示す第2の期待値データ $D \times (b(i-1))$ 、 $b(i)$ も同様に非線形な特徴を有したデータ群として生成される。

10

【0096】

すなわち、図8(a)に示したように、読取用光ビームBMのスポット領域の中心がスペース基準位置Q_Nに位置したときの、そのスペース基準位置Q_Nから左側半分のスポット領域（つまり半円状のスポット領域）より反射されてきた反射光の強度分布 $R \times (b(i-1))$ と、スペース基準位置Q_Nから右側半分のスポット領域（つまり半円状のスポット領域）より反射されてきた反射光の強度分布 $R \times (b(i))$ とを計測して同一紙面上に表すと、図8(b)に示すようになる。

【0097】

かかる場合にも、読取用光ビームBMは光軸中心における強度が最も大きく、周辺にいくほど小さくなるという非線形な分布を有しており、更に読取用光ビームBMを基準マークPT、PT間のスペース基準位置Q_Nに照射したときに生じる反射光の強度の方が、基準マークPTのマーク基準位置Q_Mに照射したときに生じる反射光の強度よりも相対的に大きくなることから、かかる影響を受けて、強度分布 $R \times (b(i-1))$ と $R \times (b(i))$ は、凸状の円弧で表されるような非線形な分布となる。

20

【0098】

したがって、既述した読取りデータ $c(i)$ は、図8(b)に示す同じ偏 量毎の反射光の強度 $R \times (b(i-1))$ と $R \times (b(i))$ の和 $R \times (b(i-1)) + R \times (b(i))$ に相当することから、図8(c)に示した第2の期待値データ $D \times (b(i-1))$ 、 $b(i)$ も、図8(b)に示した非線形に変化する強度分布 $R \times (b(i-1))$ 、 $R \times (b(i))$ の特徴を有したデータ群として生成されるようになっている。

30

【0099】

こうして期待値データ生成部RD2が、第1の期待値データ $D \times (b(i-1))$ 、 $b(i)$ と、第2の期待値データ $D \times (b(i-1))$ 、 $b(i)$ を生成すると、それらのデータを期待値データ記憶部DBに記憶させ、期待値データを生成するための処理を終了する。

【0100】

次に、近似解析部RD1の機能を説明する。

【0101】

近似解析部RD1は、プログラム領域に記録されているマーク列に基づいて得られる読取りデータ列 $c(i)$ が供給されると、それらの各読取りデータ $c(i)$ に最も近い値となる期待値データを、期待値データ記憶部DBに記憶されている第1の期待値データ $D \times (b(i-1))$ 、 $b(i)$ と第2の期待値データ $D \times (b(i-1))$ 、 $b(i)$ から近似演算によって求める。

40

【0102】

すなわち、ビクアッパ8がプログラム領域に記録されているマーク列PTを読取り、図6(a)に示したように、読取用光ビームBMのスポット領域の中心がマーク基準位置Q_Mに位置したときに得られる読取りデータ列 $c(i)$ が供給されると、近似解析部RD1は第1の期待値データ $D \times (b(i-1))$ 、 $b(i)$ を参照し、その読取りデータ列 $c(i)$ に最も近い値となる1つの期待値データを決定する。

【0103】

50

例えば、仮に偏 量の段数 M を「4」として記録されていたマーク $P T$ を読み取った場合には、図 7 (c) に示した 16 個の期待値データ $D \times (b(i-1), b(i))$ の中から、読取りデータ $c(i)$ に最も近い値となる 1 つの期待値データを決定する。例えば、上述の最も近い期待値データが、仮に図 7 (c) 中の値「0. 23」であった場合には、変数 $b(i-1)$ 、 $b(i)$ が夫々「1」、「0」に対応している期待値データ $D \times (1, 0) = 0. 23$ を、最も近い期待値データとして決定することになる。

【0104】

そして、その決定した期待値データに対応する変数 $b(i-1)$ と変数 $b(i)$ とを復号値演算部 $R D 8$ へ供給する。

【0105】

つまり、仮に、決定した期待値が上述の $D \times (1, 0) = 0. 23$ であった場合には、それに対応する値「1」を変数 $b(i-1)$ 、値「0」を変数 $b(i)$ として復号値演算部 $R D 8$ へ供給することになる。

【0106】

一方、ピックアップ 3 がプログラム領域に記録されているマーク列を読取り、図 8 (a) に示したように、読取用光ビーム $B M$ のスポット領域の中心がスペース基準位置 $Q \times$ に位置したときに得られる読取りデータ列 $c(i)$ が供給されると、近似解析部 $R D 1$ は第 2 の期待値データ $D \times (b(i-1), b(i))$ を参照し、その読取りデータ列 $c(i)$ に最も近い値となる 1 つの期待値データを決定する。

【0107】

例えば、仮に偏 量の段数 M を「4」として記録されていたマーク $P T$ を読み取った場合には、図 8 (c) に示した 16 個の期待値データ $D \times (b(i-1), b(i))$ の中から、読取りデータ $c(i)$ に最も近い値となる 1 つの期待値データを決定する。また、上述の最も近い期待値データが、仮に図 8 (c) 中の値「0. 37」であった場合には、変数 $b(i-1)$ 、 $b(i)$ が夫々「1」、「0」に対応している期待値データ $D \times (1, 0) = 0. 37$ を、最も近い期待値データとして決定することになる。

【0108】

そして、その決定した期待値データに対応する変数 $b(i-1)$ と変数 $b(i)$ とを復号値演算部 $R D 8$ へ供給する。

【0109】

つまり、仮に、決定した期待値が上述の $D \times (1, 0) = 0. 37$ であった場合には、それに対応する値「1」を変数 $b(i-1)$ 、値「0」を変数 $b(i)$ として復号値演算部 $R D 8$ へ供給することになる。

【0110】

このように、近似解析部 $R D 1$ は、読取用光ビーム $B M$ のスポット領域の中心がマーク基準位置 $Q \times$ とスペース基準位置 $Q \times$ に位置したときに応じて、供給される各読取りデータ $c(i)$ に最も近い値となる期待値データを、第 1 の期待値データ $D \times (b(i-1), b(i))$ 又は第 2 の期待値データ $D \times (b(i-1), b(i))$ の中から決定し、更に、決定した期待値データに対応する変数 $b(i-1)$ と変数 $b(i)$ とを復号値演算部 $R D 8$ に供給する。

【0111】

したがって、近似解析部 $R D 1$ は、各マーク $P T$ における前端エッジの偏 量を示す変数 $b(i-1)$ と、後端エッジの偏 量を示す変数 $b(i)$ とを求めて、復号値演算部 $R D 8$ に供給するようになっている。

【0112】

なお、既述した最も近い値となる期待値データを求めるための手法、すなわち近似演算法として、読取りデータ $c(i)$ と期待値データ $D \times (b(i-1), b(i))$ との 2 乗誤差と、読取りデータ $c(i)$ と期待値データ $D \times (b(i-1), b(i))$ との 2 乗誤差を求めて、それらの 2 乗誤差が最も小さな値となるときを条件として決定する、いわゆる最小 2 乗近似法を適用することが可能である。また、他の近似手法を適用すること

10

20

30

40

50

が可能である。

【0113】

ただし、本発明ではより高精度の復号化を実現するため、ビタビ復号法を適用することにより、読取りデータ $c(i)$ から、各マーク P T の前端エッジの偏 量を示す変数 $b(i-1)$ と、後端マークの偏 量を示す変数 $b(i)$ とを求めこととしており、詳細については後述することとする。

【0114】

次に、復号値演算部 R D 3 の機能を説明する。

復号値演算部 R D 3 は、近似解析部 R D 1 から供給される変数 $b(i-1)$ と $b(i)$ とを次式 (3) で表される演算式に適用すること、復号値 $e(i)$ を算出する。

10

【0115】

【数3】

$$e(i) = b(i-1) + b(i) \quad \dots (3)$$

【0116】

更に、復号値 $e(i)$ を次式 (4) で表される演算式に適用すること、復号データ $f(i)$ を求めて出力する。

【0117】

【数4】

$$f(i) = e(i) \bmod M \quad \dots (4)$$

20

【0118】

すなわち、復号値 $e(i)$ に対して偏 量の段数 M を法とする剰余演算を行うことによって復号データ $f(i)$ を算出する。

【0119】

このように復号データ $f(i)$ を求めると、復号データ $f(i)$ は、各マーク P T の前端エッジの偏 量及び後端エッジの偏 量と等しい値となる。別言すれば、復号データ $f(i)$ は、図1に示した情報記録の際の記録データ $a(i)$ と一致する。

【0120】

つまり、上記式 (1) の符号化式は、符号化データ $b(i-1)$ と $b(i)$ の和 $b(i-1) + b(i)$ の値が元の記録データ $a(i)$ の値になるという関係を満足させるものとなっており、かかる関係を有する符号化式に従って求められた符号化データ $b(i-1)$ と $b(i)$ に基づいて各マーク P T が情報記録されている。

30

【0121】

したがって、情報再生の際に、復号値演算部 R D 3 が上記式 (3) に基づいて、各マーク P T の前端エッジの偏 量を示す変数 $b(i-1)$ と後端マークの偏 量を示す変数 $b(i)$ との和 $b(i-1) + b(i)$ を求めて復号値 $e(i)$ とすると、その復号値 $e(i)$ は、元の記録データ $a(i)$ と等しくなる。

【0122】

但し、その復号値 $e(i)$ をそのまま復号データとすると、復号データの値が偏 量の段数 M を越えてしまう場合があるため、上記式 (4) によって、復号値 $e(i)$ に対して偏 量の段数 M を法とする剰余演算を行うことにより、元の記録データ $a(i)$ と一致する復号データ $f(i)$ を算出することとしている。

40

【0123】

以上説明したように、本実施形態によれば、情報記録に際して、上記式 (1) を参照して説明したように、符号化データ $b(i-1)$ と $b(i)$ の和 $b(i-1) + b(i)$ の値が元の記録データ $a(i)$ の値になるという関係を満足する符号化データ $b(i-1)$ と $b(i)$ を生成し、それらの符号化データ $b(i-1)$ と $b(i)$ を前端エッジと後端エッジの偏 量として各マーク P T を光ディスク 1 に記録し、一方、情報再生に際して、まず基準マークを読み取ることによって、第1、第2の期待値データ $D \times (b(i-1))$ 、

50

$b(i)$), $D \times (b(i-1), b(i))$ を生成した後、図 6 (a) に示したように光ディスク 1 に記録されている互いに隣接関係にある前端エッジと後端エッジを同時に読み取り、それによって得られる読取りデータ $c(i)$ に最も近い値となる期待値データを第 1、第 2 の期待値データ $D \times (b(i-1), b(i))$, $D \times (b(i-1), b(i))$ の中から決定し、更に決定した期待値データに対応する変数 $b(i-1)$ と $b(i)$ を上記式 (3) (4) に適用することによって復号データ $f(i)$ を求めるので、元の記録データ $a(i)$ と一致する復号データ $f(i)$ を再生することが可能となっている。

【0124】

更に、本実施形態の情報記録再生方法では、光ディスク 1 に記録されている互いに隣接関係にある前端エッジと後端エッジを同時に読み取るので、上記式 (2) に示した条件に従って、各マーク P T を情報記録することにより、マーク間隔 T を狭めることができ、記録密度の大幅な向上を実現することが可能となっている。

【0125】

次に、既述した近似解析部 R D 1 が、各マーク P T における前端エッジの偏 量を示す変数 $b(i-1)$ と、後端マークの偏 量を示す変数 $b(i)$ とを求めるのに、ビタビ復号法によって求める場合の処理工程について、図 9 乃至図 12 を参照して説明する。

【0126】

なお、説明の便宜上、仮に各マークの前端エッジと後端エッジの偏 量の段数 M を「4」に設定して情報記録が行われ、そのマークを読み取って情報再生する場合について説明することとする。

【0127】

更に、既に基準マーク列の読取りを完了し、図 2 に示した期待値データ記憶部 D B には、図 7 (c) に示したデータ群からなる第 1 の期待値データ $D \times (b(i-1), b(i))$ と、図 8 (c) に示したデータ群からなる第 2 の期待値データ $D \times (b(i-1), b(i))$ が記憶されているものとする。

【0128】

更に、説明の便宜上、仮に任意の値である記録データ列 $a(i)$ が、 $a(1) = 3$ 、 $a(2) = 1$ 、 $a(3) = 3$ 、 $a(4) = 0$ 、 $a(5) = 2$ であるものとして説明する。

【0129】

かかる場合には、情報記録の際に、上記式 (1) に示した符号化によって、符号化データ $b(i)$ が生成され、その結果、各符号化データ $b(i)$ は、 $b(0) = 0$ 、 $b(1) = 3$ 、 $b(2) = 2$ 、 $b(3) = 1$ 、 $b(4) = 3$ 、 $b(5) = 3$ となる。

【0130】

そして、これらの符号化データ $b(i)$ に基づいて生成された書込み信号 S W によって、各マーク P T ($b(i-1), b(i)$) が記録されるため、図 9 (a) (b) に示すように、P T (0, 3) で表されるマーク P T 1 と、P T (2, 1) で表されるマーク P T 2 と、P T (3, 3) で表されるマーク P T 3 が、光ディスク 1 に記録されていることになる。

【0131】

そして更に、情報再生が開始され、ピックアップ 3 によって、図 9 (a) に示した各マーク P T 1、P T 2、P T 3 を順番に読取り走査し、読取用光ビーム B M のスポット領域の中心がマーク基準位置 Q X とスペース基準位置 Q Y に交互に位置したときに生じる各反射光から得られた読取りデータ $c(1)$ 、 $c(2)$ 、 $c(3)$ 、 $c(4)$ 、 $c(5)$ の夫々の値が、仮に「0.40」、「0.80」、「0.40」、「0.70」、「0.80」となったとする。

【0132】

つまり、理想的な場合には、読取りデータ $c(1)$ 、 $c(2)$ 、 $c(3)$ 、 $c(4)$ 、 $c(5)$ の各値は、図 7 (c) に示した第 1 の期待値データ $D \times (b(i-1), b(i))$ と、図 8 (c) に示した第 2 の期待値データ $D \times (b(i-1), b(i))$ に対応する「0.46」、「0.77」、「0.40」、「0.67」、「0.76」となるはず

10

20

30

40

50

であるが、ノイズ等の影響を受けた結果、読取りデータ $c(1)$ 、 $c(2)$ 、 $c(3)$ 、 $c(4)$ 、 $c(5)$ の夫々の値が、「0.40」、「0.80」、「0.40」、「0.70」、「0.80」となったとする。

【0138】

かかる条件において、図2中の近似解析部RD1が、ビタビ復号法に基づいて復号処理を開始すると、図10に示すような状態遷移図(トレリス線図)を用いて、各マークPT1、PT2、PT3の前端エッジと後端エッジの偏量 $b(i)$ を推定する。

【0139】

すなわち、図10中に示す S_0 、 S_1 、 S_2 、 S_3 は、読取りデータ $c(1)$ 、 $c(2)$ 、 $c(3)$ 、 $c(4)$ 、 $c(5)$ が得られたときの順番 $i=1, 2, 3, 4, 5$ における、各マークPT1、PT2、PT3の前端エッジと後端エッジの偏量 $b(i)=0, 1, 2, 3$ に対応する状態を表している。

【0140】

そして、前端エッジの偏量 $b(i-1)$ を変数 j 、後端エッジの偏量 $b(i)$ を変数 k として、図7(c)に示した16個の各期待値データ $D \times (b(i-1), b(i))$ と、図8(c)に示した16個の各期待値データ $D \times (b(i-1), b(i))$ を期待値データ d_{jk} で表し、次式(5)に基づく演算を行うことにより、読取りデータ $c(i)$ と期待値データ d_{jk} との自乗誤差 $B_{jk}^{(i)}$ を求め、その自乗誤差 $B_{jk}^{(i)}$ を、偏量 $b(i-1)=j$ に対応する状態 S_j から、偏量 $b(i)=k$ に対応する状態 S_k へ遷移するブランチメトリクスとする。

【0141】

【数5】

$$B_{jk}^{(i)} = (c(i) - d_{jk})^2 \quad \cdots (5)$$

【0142】

そして、読取用光ビームBMのスポット領域の中心がマーク基準位置 $D \times$ に位置したときには、第1の期待値データ $D \times (b(i-1), b(i))$ を期待値データ d_{jk} として、上記式(5)に適用することにより、ブランチメトリクス $B_{jk}^{(i)}$ を求め、読取用光ビームBMのスポット領域の中心がスペース基準位置 $D \times$ に位置したときには、第2の期待値データ $D \times (b(i-1), b(i))$ を期待値データ d_{jk} として、上記式(5)に適用することにより、ブランチメトリクス $B_{jk}^{(i)}$ を求める。

【0143】

こうしてブランチメトリクス $B_{jk}^{(i)}$ を求めると、その値が小さい場合ほど、或る状態 S_j から次の状態 S_k への遷移確率が大きくなり、復号処理を開始してから第 i 番目の状態 S_k に至る複数のブランチメトリクス $B_{jk}^{(i)}$ の和の値が最小になるときの状態遷移が最も生起確率が大きくなる。そして、この最も生起確率が大きくなるときのパスメトリクス上の各番号 i における状態 S_k に対応する偏量 $b(i-1)$ 、 $b(i)$ を求めて、図2に示した復号値演算部RD3に供給する。

より具体的に述べると、次の処理によってビタビ復号が行われる。

【0144】

まず、上述のパスメトリクスは、次式(8)で表される漸化式によって算出する。

【0145】

【数6】

$$P_k^{(i)} = \min [P_j^{(i-1)} + B_{jk}^{(i)}]_{0 \leq j \leq M-1} \quad \text{但し } P_j^{(0)} = 0 \quad \cdots (6)$$

【0146】

なお、上記式(6)は、変数 j を $0 \sim M-1$ の範囲で変化させたときに得られる右辺の最小値をパスメトリクス $P_k^{(i)}$ とする旨を示している。

【0147】

10

20

30

40

50

まず、近似解析部 R D 1 が、図 9 (a) に示した第 1 番目 ($i = 1$) の読取りデータ $c(1)$ を取得すると、その読取りデータ $c(1)$ と図 7 (c) に示した期待値データ d_{jk} を上記式 (6) に適用することによって、

【0148】

【数 7】

$$P_0^{(0)} + B_{00}^{(1)} = (c(1) - d_{00})^2 = (0.40 - 0.16)^2 = 0.24^2$$

$$P_1^{(0)} + B_{10}^{(1)} = (c(1) - d_{10})^2 = (0.40 - 0.23)^2 = 0.17^2$$

$$P_2^{(0)} + B_{20}^{(1)} = (c(1) - d_{20})^2 = (0.40 - 0.33)^2 = 0.07^2$$

$$P_3^{(0)} + B_{30}^{(1)} = (c(1) - d_{30})^2 = (0.40 - 0.46)^2 = 0.06^2$$

10

の演算を行う。

【0144】

これらの内、 $P_3^{(0)} + B_{30}^{(1)} = 0.06^2$ が最小値となるため、図 10 中の第 1 番目 ($i = 1$) の状態 S_0 に至るには、第 0 番目 ($i = 0$) の状態 S_3 を経由するのが最も生起確率が大きくなる。

【0145】

そこで、ハスマトリクス $P_0^{(1)}$ を $P_3^{(0)} + B_{30}^{(1)}$ として、第 0 番目 ($i = 0$) の状態 S_3 と第 1 番目 ($i = 1$) の状態 S_0 を連結する。

20

【0146】

次に、第 1 番目 ($i = 1$) の状態 S_1 に至るのに、最も生起確率が大きくなるときの第 0 番目 ($i = 0$) の状態 S_j を求める。すなわち、

【0147】

【数 8】

$$P_0^{(0)} + B_{01}^{(1)} = (c(1) - d_{01})^2 = (0.40 - 0.23)^2 = 0.17^2$$

$$P_1^{(0)} + B_{11}^{(1)} = (c(1) - d_{11})^2 = (0.40 - 0.30)^2 = 0.10^2$$

$$P_2^{(0)} + B_{21}^{(1)} = (c(1) - d_{21})^2 = (0.40 - 0.40)^2 = 0.00^2$$

$$P_3^{(0)} + B_{31}^{(1)} = (c(1) - d_{31})^2 = (0.40 - 0.53)^2 = 0.13^2$$

30

の演算を行う。

【0148】

これらの内、 $P_2^{(0)} + B_{20}^{(1)} = 0.00^2$ が最小値となるため、図 10 中の第 1 番目 ($i = 1$) の状態 S_1 に至るには、第 0 番目 ($i = 0$) の状態 S_2 を経由するのが最も生起確率が大きくなる。

【0149】

そこで、ハスマトリクス $P_1^{(1)}$ を $P_2^{(0)} + B_{21}^{(1)}$ として、第 0 番目 ($i = 0$) の状態 S_2 と第 1 番目 ($i = 1$) の状態 S_1 を連結する。

40

【0150】

そして、第 1 番目 ($i = 1$) の状態 S_2 と状態 S_3 に至るのに、最も生起確率が大きくなるときの第 0 番目 ($i = 0$) の状態 S_j も同様にして求める。

すなわち、第 1 番目 ($i = 1$) の状態 S_2 に至るのに最も生起確率が大きくなる場合のハスマトリクス $P_2^{(1)}$ は、

【0151】

【数 9】

$$P_2^{(1)} = P_1^{(0)} + B_{12}^{(1)} = (c(1) - d_{12})^2 = (0.40 - 0.40)^2 = 0.00^2$$

となることから、第 0 番目 ($i = 0$) の状態 S_1 と第 1 番目 ($i = 1$) の状態 S_2 を連結 50

する。

【0152】

また、第1番目 ($i=1$) の状態 S_3 に至るのに最も生起確率が大きくなる場合のパスメトリクス $P_3^{(1)}$ は、

【0153】

【数10】

$$P_3^{(1)} = P_0^{(0)} + B_{03}^{(1)} = (c(1) - d_{03})^2 = (0.40 - 0.46)^2 = 0.06^2$$

となることから、第0番目 ($i=0$) の状態 S_0 と第1番目 ($i=1$) の状態 S_3 を連結する。 10

【0154】

更に、図10に示す残余の順番 $i=2, 3, 4, 5$ の各状態 S_0, S_1, S_2, S_3 に至るのに最も生起確率が高くなる時のパスメトリクス $P_k^{(2)}, P_k^{(3)}, P_k^{(4)}, P_k^{(5)}$ も同様にして演算することにより、図11に表記するようにパスメトリクスが求まる。

【0155】

そして、図11に表記されているパスメトリクスをもとにして、図10に示す各状態を連結してトレリス線図を完成し、第0番目 ($i=0$) から第5番目 ($i=5$) まで連結しているパスを求める。 20

【0156】

図10中の太線で示したものがパスとなり、これによりパス上の状態 S_0, S_3, S_2, S_1, S_3 を決定し、夫々の状態に対応する偏量 $b(0), b(1), b(2), b(3), b(4)$ を求める。

【0157】

なお、説明の便宜上、図10には、第4番目 ($i=4$) から第5番目 ($i=5$) へのパスを太線で示していないが、第6番目以降 ($6 \leq i$) のトレリス線図が作成されることで、第4番目 ($i=4$) から第5番目 ($i=5$) へ連結すべきパスが決まり、それによって偏量 $b(5)$ の値が求まる。ちなみに、第6番目以降 ($6 \leq i$) のトレリス線図が作成されると、偏量 $b(5)$ の値は「3」として求まる。 30

【0158】

そして、これらの偏量 $b(0), b(1), b(2), b(3), b(4), b(5)$ の夫々の値は、「0」、「3」、「2」、「1」、「3」、「3」であることから、図2に示した復号値演算部 RD3へ、これらの偏量の値を $b(i-1), b(i)$ として供給する。

【0159】

こうして、偏量の値を $b(i-1), b(i)$ として供給すると、復号値演算部 RD3は、上記式(3)の演算を行うことによって復号値 $e(i)$ を求め、更にその復号値 $e(i)$ を上記式(4)に適用することにより、復号データ $f(i)$ を生成することになる。

【0160】

以上に説明したビタビ復号法による処理工程を、図12を参照して総括すると、まず、情報記録の際の記録データ列 $a(i)$ が「3」、「1」、「3」、「0」、「2」であった場合、書込み信号生成部11が、上記式(1)の演算を行うことによって、最初の値を「0」として、それに続く値「3」、「2」、「1」、「3」、「3」となる符号化データ列 $b(i)$ を生成し、更にその符号化データ列 $b(i)$ に相当する偏量の前端エッジと後端エッジを有するマーク列 PT を光ディスク1に記録させる。更に、M段階の偏量を有する $M \times M$ 個の基準マーク列 PT も光ディスク1の所定領域に記録させる。 40

【0161】

そして、情報再生の際には、まず、基準マーク列 PT を読み取ることによって、第1、第2の期待値データ d_{jk} を生成した後、光ディスク1のプログラム領域に記録されている 50

上述のマーク列PTを読み取り再生し、それによって得られる読み取りデータ $c(i)$ が近似解析部RD1に供給されることになる、ビタビ復号の処理を開始する。

【0162】

そして、ビタビ復号では、読み取りデータ $c(i)$ と第1、第2の期待値データ d_{jk} に基づいて上記式(5)(8)の演算を行い、得られたトレリス線図から、各マークPTの前端エッジと後端エッジの偏量 $b(i)$ を推定して、復号値演算部RD3に供給する。

【0163】

復号値演算部RD3では、近似解析部RD1から供給される偏量 $b(i)$ の値を上記式(8)に適用することにより、各値が「3」、「5」、「3」、「4」、「6」となる複数の符号値 $e(i)$ を求め、更にこれらの符号値 $e(i)$ を上記式(4)に適用することによって、各値が「3」、「1」、「3」、「0」、「2」となる復号データ $f(i)$ を求める。

10

【0164】

したがって、図12から解るように、ビタビ復号の処理を行うことによって得られる復号データ $f(i)$ は、元の記録データ $a(i)$ と一致することとなる。

【0165】

特に、既述したように、読み取りデータ $c(i)$ がノイズ等の影響によって、理想的な値と異なっていた場合であっても、元の記録データ $a(i)$ と一致する復号データ $f(i)$ を再生することができ、そのためきわめて精度の高い復号化が可能である。

【0166】

20

なお、図9には、具体例として3個のマークPT1、PT2、PT3が記録され、その3個のマークPT1、PT2、PT3の前端エッジと後端エッジの偏量を復号データ $f(i)$ として再生する場合を説明したが、3個以上のマーク列PTが記録された場合でも、それらのマーク列PTから得られる読み取りデータ列 $c(i)$ に対して、既述したビタビ復号の処理を連続して行うことにより、それらのマーク列PTの前端エッジと後端エッジの偏量に対応する復号データ列 $f(i)$ を求めることが可能である。

【0167】

更に、図7及び図8に示したように、本発明では、前端及び後端エッジの偏量をM段階に設定した基準マーク列の読み取りデータに基づいて、 $M \times M$ 個毎の第1、第2の期待値データ d_{jk} を設定することとしたので、情報再生の際に、マーク列PTの前端エッジと後端エッジを同時に読み取ることによって得られる読み取りデータ $c(i)$ が読取用光ビームBMの非線形な分布特性の影響を受けていても、上述したビタビ復号等によって、マーク列PTの情報すなわち元の記録データを復号することが可能である。

30

【0168】

このため、ビタビ復号法の特徴を十分に活用した復号が可能となり、高精度の復号を実現することができるといふ優れた効果が得られる。

【0169】

ちなみに、従来技術のように、仮に各マークPTの前端エッジと後端エッジを読取用光ビームの中心を1つつ読み取った場合には、期待値データと読み取りデータ $c(i)$ は線形な特性を有することとなり、ビタビ復号法の特徴を十分に活用することが困難である。

40

【0170】

これに対して、本発明は、上述したようにビタビ復号法の特徴を十分に活用できることから、従来技術に較べて、高精度の復号を実現することができる。

【0171】

また、前端エッジと後端エッジの各偏量を複数段Mで偏させる場合、図7(c)及び図8(c)に表記されている如く、期待値データ d_{jk} は、左上から右下へと斜めに沿った対角位置に位置する複数の期待値データを境として、右側範囲の複数の期待値データと、左側範囲の複数の期待値データとが互いに同じ値となるという、いわゆる対称性を有することになる。そこで、 $M \times M$ 個の組み合わせから成る全ての基準マーク列を光ディスク1の所定領域に記録せず、重複する基準マーク列の一方を基準マーク列として記録

50

するのをやめて、重複することのない基準マーク列だけを記録するようにしてもよい。

【0172】

かかる場合には、 $M(M+1)/2$ 個の基準マークだけを記録するだけで、全ての期待値データ d_{jk} を生成することが可能となり、記録すべき基準マーク列の数を低減することができるといふ効果が得られる。

【0173】

具体例を述べれば、仮に $M=4$ とした場合、記録すべき基準マークの総数を10個に低減することが可能である。

【0174】

また、上述した $M \times M$ 個または $M(M+1)/2$ 個よりも少ない数の基準マークを光ディスクに記録し、情報再生に際してこれらの基準マークを読み取ることにより期待値データを求めて、不足する期待値データが生じた場合に、その期待値データに基づいて補完演算することにより、不足分の期待値データを生成するようにしてもよい。

【0175】

また、図7(b)、(c)において、期待値データ d_{jk} （すなわち $D \times (j, k)$ ）は、 $D \times (j, k) = R \times (j) + R \times (k)$ が成り立ち、また、図8(b)、(c)において、期待値データ d_{jk} （すなわち $D \times (j, k)$ ）は、 $D \times (j, k) = R \times (j) + R \times (k)$ が成り立つので、夫々の $M \times M$ 個の期待値データの自由度は M である。よって、光ディスクには最低 M 個の基準マークを記録するだけでもよい。

【0176】

そして、例えば上述した図7(c)における対角位置の期待値データ $D \times (0, 0)$ 、 $D \times (1, 1)$ 、 $D \times (M-1, M-1)$ を求めて、非対角位置（上述した右側範囲、左側範囲）の期待値データ $D \times (j, k)$ を、 $D \times (j, k) = \{D \times (j, j) + D \times (k, k)\} / 2$ の補完演算により求めるようにしてもよい。同様にして、図8(c)における対角位置の期待値データ $D \times (0, 0)$ 、 $D \times (1, 1)$ 、 $D \times (M-1, M-1)$ を求めて、非対角位置（上述した右側範囲、左側範囲）の期待値データ $D \times (j, k)$ を、 $D \times (j, k) = \{D \times (j, j) + D \times (k, k)\} / 2$ の補完演算により求めるようにしてもよい。

【0177】

また、以上の実施形態の説明では、図6(a)等にしたように、各マークPTの前端エッジと後端エッジの偏量をトラック方向において伸縮させて記録し、情報再生に際して、情報読取用光ビームBMのスポット領域がマーク基準位置 $Q \times$ とスペース基準位置 $Q \times$ に来たときに、互いに隣接関係に位置する前端エッジと後端エッジを同時に読み取ることとしているが、本実施形態の変形例として、図13に例示するような記録再生を行うようにしてもよい。

【0178】

すなわち、図6(a)にした実施形態では、情報読取用光ビームBMのスポット領域がマーク基準位置 $Q \times$ に位置すると、その位置に対応するマークPTの前端及び後端エッジを同時に読取り、また、スポット領域がスペース基準位置 $Q \times$ に位置すると、その位置に対応して隣接関係に在るマークPT、PTの前端及び後端エッジを同時に読取る。

【0179】

これに対し、図13に示す変形例では、情報読取用光ビームBMのスポット領域がスペース基準位置 $Q \times$ に位置すると、その位置に対応して隣接関係に在る2つのマークPT、PTを同時に読取る。そして、情報読取用光ビームBMをトラック方向へ移動（走査）させ、スポット領域が次のスペース基準位置 $Q \times$ へと順次に移動していく度に、同様に2つのマークPT、PTを同時に読み取っていく。

【0180】

ここで、情報記録に際して、夫々のマークPTの前端エッジと後端エッジを記録データ $\alpha(i)$ に応じて夫々独立の偏量に設定する代わりに、各マークPTのマーク長を記録データ $\alpha(i)$ に応じた M 段階の範囲で設定して記録する。

10

20

30

40

50

【0181】

また、各マークPTのマーク幅を記録データ $\alpha(i)$ に応じたM段階の範囲で設定して記録する。

また、各マークPTのマーク幅とマーク長を記録データ $\alpha(i)$ に応じたM段階の範囲で設定して記録する。

【0182】

つまり、情報再生に際して読取用光ビームBMを照射したときに生じる反射光のパワー（強度）が、各マークPTのマーク長又はマーク幅に応じて異なったレベルとなるように、情報記録の際に各マークPTのマーク幅又はマーク長を記録データ $\alpha(i)$ に応じて設定して記録するようにする。

10

【0183】

そして、情報再生を行い、読取用光ビームBMのスポット領域がスペース基準位置Q \times に位置する毎に2つのマークPT、PTを同時に読み取り、それによって得られる読取りデータ $c(i)$ を既述したビタビ復号等の近似解析に適用し、各読取りデータ $c(i)$ と所定の基準データ d_{ij} とを比較して最も近い値となる基準データ d_{ij} に基づいて、各マークPTのマーク長やマーク幅を設定されている元の記録データ $\alpha(i)$ と一致する復号データ $f(i)$ を復号する。

【0184】

更にここで、基準データ d_{ij} は、図5に示したのと同様に、光ディスク1の所定の領域に基準マーク列として記録しておく。更に、この変形例における基準マーク列は、そのマーク長やマーク幅が、図18に示した情報再生の対象とされるいわゆる各記録マークPTのマーク長やマーク幅を規定すべく決められているM段階の組み合わせに基づいて設定されて記録される。

20

【0185】

そして、図18に示したマークPTを読み取るのと同様に、基準マークを2つずつ同時により取ることによって基準データ d_{ij} を取得し、その取得した基準データ d_{ij} と読取りデータ $c(i)$ とに基づいてビタビ復号等を行う。

【0186】

かかる変形例によると、各マークのマーク長又はマーク幅を変調させるだけで多段記録を実現することができ、このため、各マークの前端エッジと後端エッジの偏量を独立に設定して記録再生するよりも、簡易な記録再生を実現することができる。

30

【0187】

更に、読取用光ビームBMによってマークPT、PTを2つずつ読み取っていくための間隔、すなわち図18中に示す互いに隣接関係に在るスペース基準位置Q \times 、Q \times の間隔は、図6(a)を参照して説明したマーク間隔Tとほぼ等しくすることができることから、高密度記録に適した記録再生を実現することができる。

【0188】

更に、図6(a)を参照して説明した実施形態では、読取用光ビームBMのスポット領域がマーク基準位置Q \times に来たときとスペース基準位置Q \times に来たときに、隣接関係に在る前端及び後端エッジを同時読取りする。このため、マーク基準位置Q \times に来たときに生じる反射光は1つのマークPTの全体の情報等を有する状態となり、スペース基準位置Q \times に来たときに生じる反射光はマークPT、PT間のスペースの情報を多く有する状態となる。そのため、期待値データ d_{ij} として、図7と図8に示した2種類の状態を示す期待値データD $\times(b(i-1), b(i))$ とD $\times(b(i-1), b(i))$ を使用することとし、それに応じて図5に示した基準マーク列を、基本的には、M \times M個記録しておくようになっている。

40

【0189】

これに対し変形例では、読取用光ビームBMのスポット領域がマーク基準位置Q \times に来たときに読み取るということはせず、スペース基準位置Q \times に来たとき場合にだけ、2つのマークPT、PTを同時に読み取る。このため、読取りに際して生じる反射光は、読

50

取用光ビームBMが2つのマークPT、PTに照射したときという1つの状態だけであることから、図7と図8に示したような2つの状態を示す期待値データ d_{ij} を必要としない。

【0190】

このため、1組(1つの状態)の期待値データ d_{ij} を適用してビタビ復号等を行うことができる。また、各基準マークを前端エッジと後端エッジ毎に偏らせて記録する必要がなく、高密度の記録再生をより簡便に実現することが出来る等の効果が得られる。

【0191】

また、以上の変形例を含む実施形態では、情報を記録することが可能な光ディスク1を用いて記録再生する場合を説明した。すなわち、書込用光ビームに対して光学特性が変化する色素を有した記録面を備えた光ディスクや、何回でも情報記録と消去が可能な相変化型の記録面を備えた光ディスクに対して記録再生を行う場合を説明した。

【0192】

しかし、本発明はこれらの光ディスクに限定されるものではなく、MO等の光磁気ディスクに対して記録再生を行う場合にも、本発明を適用することが可能である。

【0193】

また、変形例を含む本実施形態で説明した多段記録が行われている読み出し専用の光ディスクから情報を再生する再生専用の情報再生装置にも、本発明の情報再生方法を適用することが可能である。

【0194】

また、変形例を含む本実施形態で説明した情報再生機能を有する情報記録再生装置や情報再生装置を所有するユーザー等に対し、既に情報記録が成されている光ディスクを提供するような場合に、その光ディスクを制作するための情報記録装置にも、本発明の情報記録方法を適用することが可能である。

【0195】

【発明の効果】

以上説明したように本発明においては、マーク列の互いに隣接する前端エッジと後端エッジとを同時に光学的に読み取り、その同時読み取りで得られる読み取りデータを、予め決められている複数段の各偏量を示す複数の期待値データと比較して読み取りデータに最も近い期待値データを求め、その期待値データから同時に読み取られた各マークの前端エッジと後端エッジの各偏量を求めて多値データを復号する。ここで、各マークの前端エッジと後端エッジの各偏量の組み合わせに基づいて期待値データを設定することにより、ビタビ復号等により復号を行った場合、各マークより光学的に読み取られた非線形特性を有する読み取りデータに対しても高精度で多値データを復号することが出来る。このため、情報記録媒体の高密度化に対応した記録再生を実現し、ひいては情報記録媒体の高密度化に寄与することが出来る。

【0196】

また、本発明の情報記録媒体によれば、基準マークが記録されるので、上記の情報再生に際して利用される期待値データを提供することができ、高密度記録された情報記録媒体からの高品位の情報再生を実現することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本実施形態の情報記録再生装置の構成を示すブロック図である。

【図2】書込信号生成部と復号部の構成を詳細に示した図である。

【図3】書込み信号の生成原理を示す図である。

【図4】多段階記録されるマークの形状等を示す図である。

【図5】基準マークの記録場所等を示す図である。

【図6】光ディスクに記録されるマーク列と読取用光ビームとの位置関係及びマーク列の読み取り再生方法等を示す図である。

【図7】期待値データの生成原理を示す図である。

【図8】更に、期待値データの生成原理を示す図である。

【図 9】ビタビ復号法を適用して情報再生を行う場合の具体例を説明するための図である。

【図 10】トレリス線図を示した図である。

【図 11】トレリス線図の生成過程を説明するための図である。

【図 12】ビタビ復号法を適用して情報再生を行う場合の処理を総括的に示した図である。

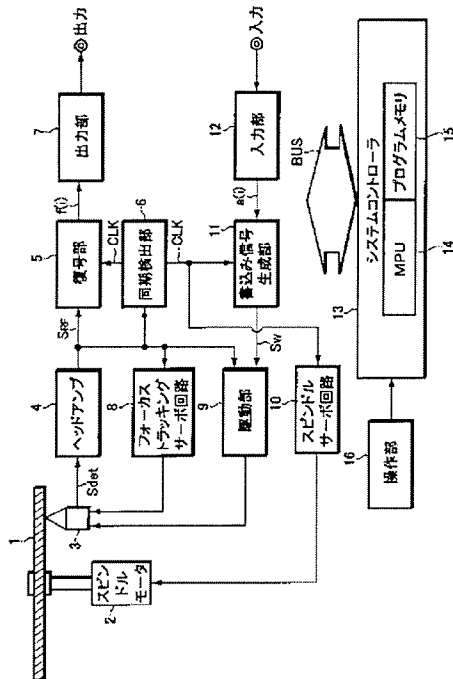
【図 13】多段階記録されるマークの他の形状等を示す図である。

【図 14】従来の情報記録再生方法を説明するための図である。

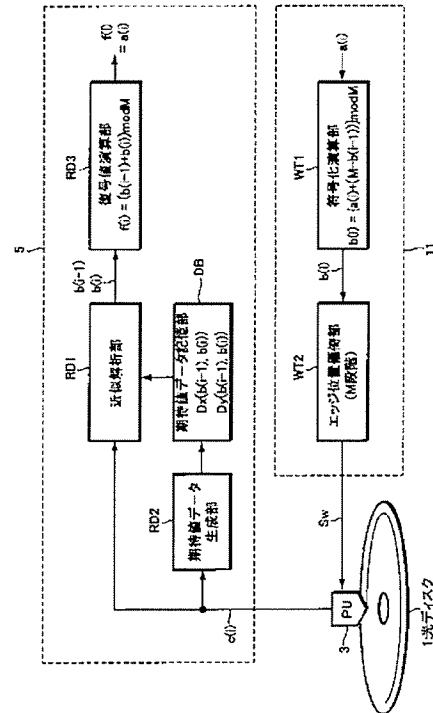
【符号の説明】

1	光ディスク	10
2	スピンドルモータ	
3	ピックアップ	
4	ヘッドンプ	
5	複号部	
6	同期検出部	
7	出力部	
8	フォーカストラッキングサーボ回路	
9	駆動部	
10	スピンドルサーボ回路	
11	書き込み信号生成部	20
12	入力部	
13	システムコントローラ	
RD1	期待値データ生成部	
RD2	近似解析部	
RD3	符号値演算部	
DB	期待値データ記憶部	
WT1	符号化演算部	
WT2	エッジ位置変位部	
PT, PT1~PT3, PT($b(i-1)$, $b(i)$)	マーク, 基準マーク	
BM, BM1, BM2~BM5	読取用光ビーム	30

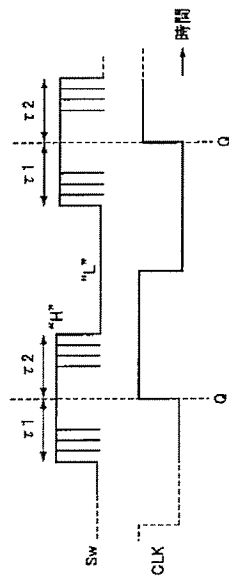
【 ㉟ 1 】



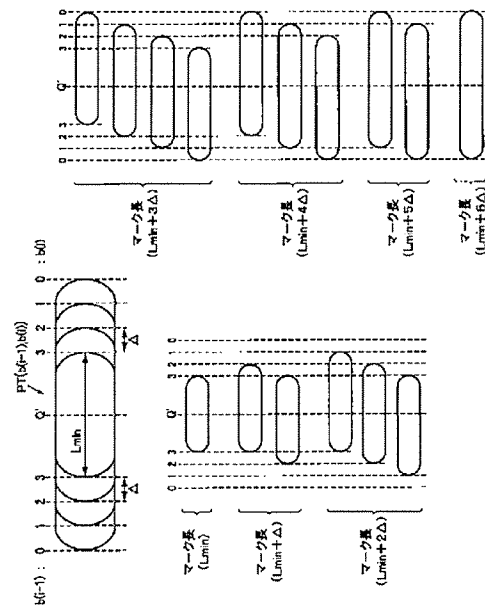
【图 2】



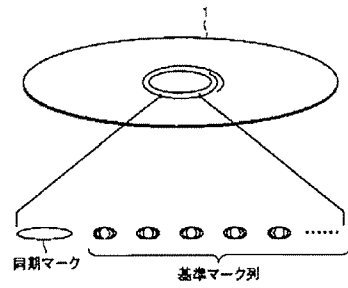
【图 3】



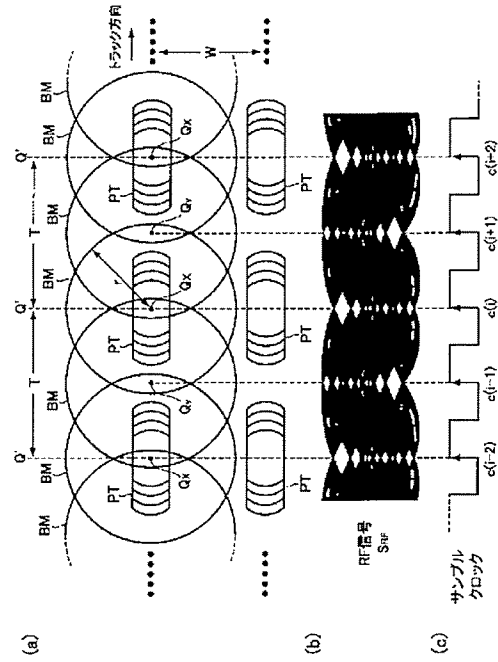
【图 4】



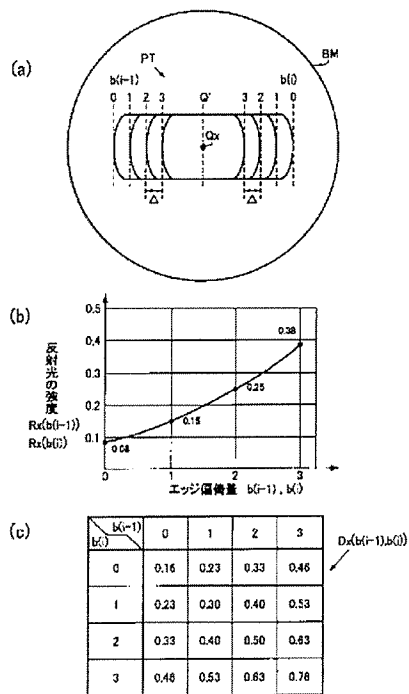
【図 5】



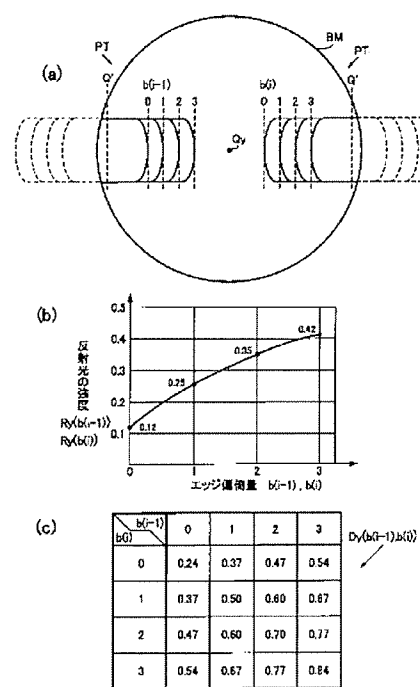
【図 6】



【図 7】

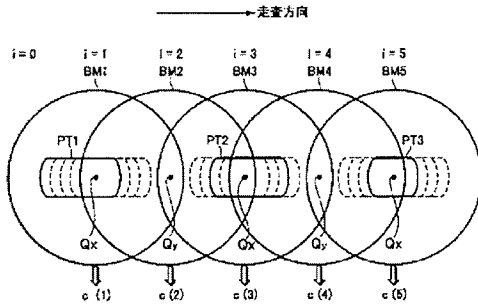


【図 8】



【図 9】

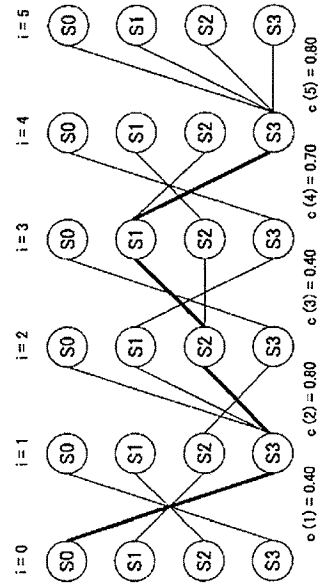
(a)



(b)

PT1 = PT (0, 3)
PT2 = PT (2, 1)
PT3 = PT (3, 3)

【図 10】



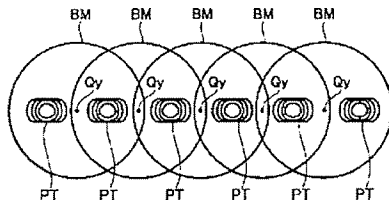
【図 11】

	$i = 1$	$i = 2$	$i = 3$	$i = 4$	$i = 5$
$P_0(i)$	0.06^i	$0.06^i + 0.26^i$	$0.00^i + 0.03^i + 0.06^i$	$0.06^i + 0.13^i + 0.16^i$	$0.06^i + 0.03^i + 0.00^i + 0.03^i + 0.34^i$
$P_1(i)$	0.00^i	$0.06^i + 0.13^i$	$0.06^i + 0.03^i + 0.00^i$	$0.06^i + 0.03^i + 0.10^i + 0.10^i$	$0.06^i + 0.03^i + 0.00^i + 0.03^i + 0.27^i$
$P_2(i)$	0.00^i	$0.06^i + 0.03^i$	$0.06^i + 0.03^i + 0.10^i$	$0.06^i + 0.03^i + 0.00^i + 0.10^i$	$0.06^i + 0.03^i + 0.00^i + 0.03^i + 0.17^i$
$P_3(i)$	0.06^i	$0.00^i + 0.03^i$	$0.06^i + 0.13^i + 0.13^i$	$0.06^i + 0.03^i + 0.00^i + 0.03^i$	$0.06^i + 0.03^i + 0.00^i + 0.03^i + 0.04^i$

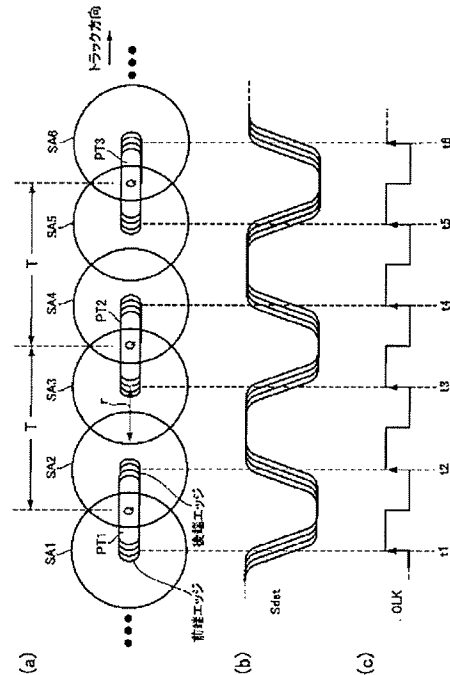
【図 12】

i	0	1	2	3	4	5
記録データ a(i)	-	3	1	3	0	2
符号化データ b(i)	0	3	2	1	3	3
読取りデータ c(i)	-	0.40 (0.46)	0.80 (0.75)	0.40 (0.40)	0.70 (0.67)	0.80 (0.76)
値数値 e(i)	-	3	5	3	4	6
値データ f(i)	-	3	1	3	0	2

【図 13】



【図 14】



【手続補正書】

【提出日】平成14年7月3日(2002.7.3)

【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】特許請求の範囲

【補正方法】変更

【補正の内容】

【特許請求の範囲】

【請求項1】

各々のマーク端がM段階(Mは正の整数)に偏 するようにトラック上にマーク列を記録することにより前記マーク端にM値の多値データを記録した情報記録媒体を再生する情報再生装置であって、

前記トラック上で前後に隣接する2個のマーク端を光学的に同時に読み取り、読み取りデータを出力する読取手段と、

前記読み取りデータのレベルを複数個の期待値と比較した結果に基づいて前記多値データを再生する復号手段とを備え、

前記期待値の各々は、前記2個のマーク端に記録された2つの多値データの組み合わせに対応した異なるレベルを有することを特徴とする情報再生装置。

【請求項2】

前記情報記録媒体には、前端エッジと後端エッジの位置を各々独立にM段階に偏 させたM×M個のマークのうち、予め決められている少なくともM個以上の期待値データとして基準マーク列が記録され、

前記読取手段は、前記M個以上の基準マーク列を光学的に読取り走査し、各基準マークの前端エッジと後端エッジを同時に読み取ることにより得られるM個以上の第1の読み取りデータと、互いに隣接関係に位置する一方の基準マークの後端エッジと他方の基準マークの前端

エッジを同時に読み取ることによって得られるM個以上の第2の読取りデータより、前記期待値データの一部分を生成し、その他の部分の期待値データは前記一部分の期待値データより補完演算により生成し、

前記復号手段は、前記読取手段が各記録マークの前端エッジと後端エッジを同時に読み取ることによって生成される読取りデータと前記第1の読取りデータより生成された期待値データとを比較すると共に、前記読取手段が互いに隣接関係に位置する一方の記録マークの後端エッジと他方の記録マークの前端エッジを同時に読み取ることによって生成される読取りデータと前記第2の読取りデータより生成された期待値データとを比較した結果に基づいて、前記記録マークの前端エッジと後端エッジの各偏量を求める近似解析手段を備えることを特徴とする請求項1に記載の情報再生装置。

【請求項3】

前記近似解析手段は、ビタビ復号により、前記期待値データと前記読取手段で生成される前記記録マークの読取りデータとから、前記記録マークの前端エッジと後端エッジの各偏量を求めることを特徴とする請求項1又は2に記載の情報再生装置。

【請求項4】

各々のマークサイズがM段階（Mは正の整数）に偏するようトラック上にマーク列を記録することによりマークにM値の多値データを記録した情報記録媒体を再生する情報再生装置であって、

前記トラック上で前後に隣接する2個のマークを光学的に同時に読み取り、読取りデータを出力する読取手段と、

前記読取りデータのレベルを複数個の期待値と比較した結果に基づいて前記多値データを再生する復号手段とを有し、

前記期待値の各々は、前記2個のマークに記録された2つの多値データの組み合わせに対応した異なるレベルを有することを特徴とする情報再生装置。

【請求項5】

情報記録媒体に対し記録データを記録及び再生する情報記録再生装置であって、

前記情報記録媒体のトラック上にマーク列として、各々のマーク端にM値（Mは正の整数）の多値データを前記マーク端がM段階に偏するように記録するマーク端偏手段と、

前記トラック上で前後に隣接する2個のマーク端を光学的に同時に読み取り、読取りデータを出力する読取手段と、

前記読取りデータのレベルを複数個の期待値と比較した結果に基づいて前記多値データを再生する復号手段とを備え、

前記期待値の各々は、前記2個のマーク端に記録された2つの多値データの組み合わせに対応した異なるレベルを有することを特徴とする情報記録再生装置。

【請求項6】

前端エッジと後端エッジの位置を各々独立にM段階に偏させたM×M個のマークのうち、予め決められている少なくともM個以上の基準マークを前記情報記録媒体に記録する記録手段を備え、

前記読取手段は、前記M個以上の基準マーク列を光学的に読取り走査し、各基準マークの前端エッジと後端エッジを同時に読み取ることによって得られるM個以上の第1の読取りデータと、互いに隣接関係に位置する一方の基準マークの後端エッジと他方の基準マークの前端エッジを同時に読み取ることによって得られるM個以上の第2の読取りデータより、前記期待値データの一部分を生成し、その他の部分の期待値データは前記一部分の期待値データより補完演算により生成し、

前記復号手段は、前記読取手段が各記録マークの前端エッジと後端エッジを同時に読み取ることによって生成される読取りデータと前記第1の読取りデータより生成された期待値データとを比較すると共に、前記読取手段が互いに隣接関係に位置する一方の記録マークの後端エッジと他方の記録マークの前端エッジを同時に読み取ることによって生成される読取りデータと前記第2の読取りデータより生成された期待値データとを比較した結果に基づいて、前記記録マークの前端エッジと後端エッジの各偏量を求める近似解析手段を備えることを

特徴とする請求項 5 に記載の情報記録再生装置。

【請求項 7】

前記近似解析手段は、ビタビ復号により、前記期待値データと前記読取手段で生成される前記記録マークの読取りデータとから、前記記録マークの前端エッジと後端エッジの各偏量を求めることを特徴とする請求項 5 または 6 に記載の情報記録再生装置。

【請求項 8】

前記マーク端偏手段は、前記記録マークの前端エッジと後端エッジが同時に光学的に読み取られる際に照射される読取用光ビームによって生じるスポット領域の直径より小さなマーク長で、前記記録マーク列を記録することを特徴とする請求項 5 に記載の情報記録再生装置。

【請求項 9】

情報記録媒体に対し記録データを記録及び再生する情報記録再生装置であって、前記情報記録媒体のトラック上にマーク列として、各々のマークに M 値 (M は正の整数) の多値データをマークサイズが M 段階に偏するように記録するマークサイズ偏手段と、

前記トラック上で前後に隣接する 2 個のマークを光学的に同時に読み取り、読取りデータを出力する読取手段と、

前記読取りデータのレベルを複数の期待値と比較した結果に基づいて前記多値データを再生する復号手段とを備え、

前記期待値の各々は、前記 2 個のマークに記録された 2 つの多値データの組み合わせに対応した異なるレベルを有することを特徴とする情報記録再生装置。

【請求項 10】

各々のマーク端が M 段階 (M は正の整数) に偏するようにトラック上にマーク列を記録することにより前記マーク端に M 値の多値データを記録した情報記録媒体の情報再生を行う情報再生方法であって、

前記トラック上で前後に隣接する 2 個のマーク端を光学的に同時に読み取り、読取りデータを出力する読取工程と、

前記読取りデータのレベルを複数の期待値と比較した結果に基づいて前記多値データを再生する復号工程とを備え、

前記期待値の各々は、前記 2 個のマーク端に記録された 2 つの多値データの組み合わせに対応した異なるレベルを有することを特徴とする情報再生方法。

【請求項 11】

情報記録媒体に対し記録データを記録及び再生する情報記録再生方法であって、

前記情報記録媒体のトラック上にマーク列として、各々のマーク端に M 値 (M は正の整数) の多値データを前記マーク端が M 段階に偏するように記録するマーク端偏工程と、

前記トラック上で前後に隣接する 2 個のマーク端を光学的に同時に読み取り、読取りデータを出力する読取工程と、

前記読取りデータのレベルを複数の期待値と比較した結果に基づいて前記多値データを再生する復号工程とを備え、

前記期待値の各々は、前記 2 個のマーク端に記録された 2 つの多値データの組み合わせに対応した異なるレベルを有することを特徴とする情報記録再生方法。

【請求項 12】

情報再生装置によって情報再生又は情報記録再生装置によって情報再生若しくは情報記録される情報記録媒体であって、

前端エッジと後端エッジの位置を各々独立に M 段階 (M は正の整数) に偏させ M × M 個のマークのうち、予め決められている少なくとも M 個以上の基準マーク列が記録されていることを特徴とする情報記録媒体。

【請求項 13】

前記基準マーク列は、予め決められた記録面の所定領域に記録されていることを特徴とする請求項 12 に記載の情報記録媒体。

【手続補正 2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0013

【補正方法】削除

【補正の内容】

【手続補正 3】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0016

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0016】

しかし、既述したように、各マークの前端エッジと後端エッジを個々独立に読み取る必要があることから、マーク間隔 T をスポット領域の半径 r の 2 倍以上に広げておく必要がある。そのため、マークの記録密度を物理的に向上させることが困難になるという問題があった。

【手続補正 4】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0017

【補正方法】削除

【補正の内容】

【手続補正 5】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0019

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0019】

【課題を解決するための手段】

請求項 1 に記載の情報再生装置は、各々のマーク端が M 段階 (M は正の整数) に偏するようにトラック上にマーク列を記録することにより前記マーク端に M 値の多値データを記録した情報記録媒体を再生する情報再生装置であって、前記トラック上で前後に隣接する 2 個のマーク端を光学的に同時に読み取り、読み取りデータを出力する読取手段と、前記読み取りデータのレベルを複数の期待値と比較した結果に基づいて前記多値データを再生する復号手段とを備え、前記期待値の各々は、前記 2 個のマーク端に記録された 2 つの多値データの組み合わせに対応した異なるレベルを有することを特徴とする。

【手続補正 6】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0020

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0020】

本情報再生装置は、いわゆる多段階記録のなされた情報記録媒体より情報再生を行う。その情報再生に際し、記録されているマーク列の前後に隣接する 2 個のマーク端を光学的に同時に読み取り、それによって 2 個のマーク端の情報を含んだ読み取りデータを求める。更に、期待値と読み取りデータとを比較し各マーク端の情報すなわち多値データを復号する。

【手続補正 7】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0021

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0021】

請求項4に記載の情報再生装置は、各々のマークサイズがM段階（Mは正の整数）に偏するようトラック上にマーク列を記録することによりマークにM値の多値データを記録した情報記録媒体を再生する情報再生装置であって、前記トラック上で前後に隣接する2個のマークを光学的に同時に読み取り、読み取りデータを出力する読取手段と、前記読み取りデータのレベルを複数の期待値と比較した結果に基づいて前記多値データを再生する復号手段とを有し、前記期待値の各々は、前記2個のマークに記録された2つの多値データの組み合わせに対応した異なるレベルを有することを特徴とする。

【手続補正8】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0022

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0022】

本情報再生装置は、いわゆる多段階記録のなされた情報記録媒体より情報再生を行う。その情報再生に際し、記録されているマーク列の前後に隣接する2個のマークを光学的に同時に読み取り、それによって2個のマークの情報を含んだ読み取りデータを求める。更に、期待値と読み取りデータとを比較し各マークの情報すなわち多値データを復号する。

【手続補正9】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0024

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0024】

請求項5に記載の情報記録再生装置は、情報記録媒体に対し記録データを記録及び再生する情報記録再生装置であって、前記情報記録媒体のトラック上にマーク列として、各々のマーク端にM値（Mは正の整数）の多値データを前記マーク端がM段階に偏するように記録するマーク端偏手段と、前記トラック上で前後に隣接する2個のマーク端を光学的に同時に読み取り、読み取りデータを出力する読取手段と、前記読み取りデータのレベルを複数の期待値と比較した結果に基づいて前記多値データを再生する復号手段とを備え、前記期待値の各々は、前記2個のマーク端に記録された2つの多値データの組み合わせに対応した異なるレベルを有することを特徴とする。

【手続補正10】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0025

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0025】

本情報記録再生装置は、情報記録媒体に対していわゆる多段階記録を行う。情報再生に際しては、情報記録媒体に記録されているマーク列の前後に隣接する2個のマーク端を光学的に同時に読み取り、それによって2個のマーク端の情報を含んだ読み取りデータを求める。更に、期待値と読み取りデータとを比較し各マーク端の情報すなわち多値データを復号する。

【手続補正11】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0026

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0026】

請求項 9 に記載の情報記録再生装置は、情報記録媒体に対し記録データを記録及び再生する情報記録再生装置であって、前記情報記録媒体のトラック上にマーク列として、各々のマークに M 値（M は正の整数）の多値データをマークサイズが M 段階に偏するように記録するマークサイズ偏手段と、前記トラック上で前後に隣接する 2 個のマークを光学的に同時に読み取り、読取りデータを出力する読取り手段と、前記読取りデータのレベルを複数の期待値と比較した結果に基づいて前記多値データを再生する復号手段とを備え、前記期待値の各々は、前記 2 個のマークに記録された 2 つの多値データの組み合わせに対応した異なるレベルを有することを特徴とする。

【手続補正 12】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0027

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0027】

本情報記録再生装置は、マークサイズが M 段階に偏（マークサイズが M 段階に変化）するように情報記録媒体に対していわゆる多段階記録を行う。情報再生に際しては、情報記録媒体に記録されているマーク列の前後に隣接する 2 個のマークを光学的に同時に読み取り、それによって 2 個のマークの情報を含んだ読取りデータを求める。更に、期待値と読取りデータとを比較し各マークの情報すなわち多値データを復号する。

【手続補正 13】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0028

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0028】

請求項 10 に記載の情報再生方法は、各々のマーク端が M 段階（M は正の整数）に偏するようトラック上にマーク列を記録することにより前記マーク端に M 値の多値データを記録した情報記録媒体の情報再生を行う情報再生方法であって、前記トラック上で前後に隣接する 2 個のマーク端を光学的に同時に読み取り、読取りデータを出力する読取工程と、前記読取りデータのレベルを複数の期待値と比較した結果に基づいて前記多値データを再生する復号工程とを備え、前記期待値の各々は、前記 2 個のマーク端に記録された 2 つの多値データの組み合わせに対応した異なるレベルを有することを特徴とする。

【手続補正 14】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0029

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0029】

本情報記録再生方法は、いわゆる多段階記録のなされた情報記録媒体より情報再生を行う。その情報再生に際し、記録されているマーク列の前後に隣接する 2 個のマーク端を光学的に同時に読み取り、それによって 2 個のマーク端の情報を含んだ読取りデータを求める。更に、期待値と読取りデータとを比較し各マーク端の情報すなわち多値データを復号する。

【手続補正 15】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0030

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0030】

請求項 11 に記載の情報記録再生方法は、情報記録媒体に対し記録データを記録及び再生

する情報記録再生方法であって、前記情報記録媒体のトラック上にマーク列として、各々のマーク端にM値（Mは正の整数）の多値データを前記マーク端がM段階に偏するよう記録するマーク端偏工程と、前記トラック上で前後に隣接する2個のマーク端を光学的に同時に読み取り、読取りデータを出力する読取工程と、前記読取りデータのレベルを複数個の期待値と比較した結果に基づいて前記多値データを再生する復号工程とを備え、前記期待値の各々は、前記2個のマーク端に記録された2つの多値データの組み合わせに対応した異なるレベルを有することを特徴とする。

【手続補正16】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0081

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0081】

本情報記録再生方法は、情報記録媒体に対していわゆる多段階記録を行う。情報再生に際しては、情報記録媒体に記録されているマーク列の前後に隣接する2個のマークを光学的に同時に読み取り、それによって2個のマークの情報を含んだ読取りデータを求める。更に、期待値と読取りデータとを比較し各マークの情報すなわち多値データを復号する。

【手続補正17】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0082

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0082】

請求項12に記載の情報記録媒体は、情報再生装置によって情報再生又は情報記録再生装置によって情報再生若しくは情報記録される情報記録媒体であって、前端エッジと後端エッジの位置を各々独立にM段階（Mは正の整数）に偏させたM×M個のマークのうち、予め決められている少なくともM個以上の基準マーク列が記録されていることを特徴とする。

【手続補正18】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0083

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0083】

本情報記録媒体は、いわゆるマーク端としての前端エッジと後端エッジの位置を各々独立にM段階に偏させたM×M個のマークのうち、予め決められている少なくともM個以上の基準マーク列が記録される。情報再生装置又は情報記録再生装置によって情報再生が行われると基準マーク列を読み取らせ、その読み取りによって、復号を行うのに必要となる基準マークの情報を教示データとして提供する。

【手続補正19】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0089

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0089】

つまり、図7(c)中の変数 $b(i-1)$ を前端エッジの各偏量「0」～「3」、変数 $b(i)$ を後端エッジの各偏量「0」～「3」とし、変数 $b(i-1)$ と $b(i)$ に対応する「0.16」「0.23」等の合計16個の読取りデータ $c(i)$ の値を、第1の期待値データ $D_X(b(i-1), b(i))$ とする。

【手続補正20】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0113

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0113】

ただし、本発明ではより高精度の復号化を実現するため、ビタビ復号法を適用することにより、読取りデータ $c(i)$ から、各マークPTの前端エッジの偏量を示す変数 $b(i-1)$ と、後端マークの偏量を示す変数 $b(i)$ とを求め、こととしており、詳細については後述することとする。

【手続補正21】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0119

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0119】

このように復号データ $f(i)$ を求めると、復号データ $f(i)$ は、図1に示した情報記録の際の記録データ $a(i)$ と一致する。

【手続補正22】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0139

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0139】

まず、上述のバスマトリクスは、次式(6)で表される漸化式によって算出する。

【手続補正23】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0148

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0148】

これらの内、 $P_2^{(0)} + B_{2,1}^{(1)} = 0$ 、 00^2 が最小値となるため、図10中の第1番目($i=1$)の状態 S_1 に至るには、第0番目($i=0$)の状態 S_2 を経由するのが最も生起確率が大きくなる。

【手続補正24】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0161

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0161】

そして、情報再生の際には、まず、基準マーク列PTを読み取ることによって、第1、第2の期待値データ $d_{i,k}$ を生成した後、光ディスク1のプログラム領域に記録されている上述のマーク列PTを読取り再生し、それによって得られる読取りデータ $c(i)$ が近似解析部RD1に供給されることになると、ビタビ復号の処理を開始する。

【手続補正25】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0162

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0162】

そして、ビタビ復号では、読取りデータ $c(i)$ と第1、第2の期待値データ $d_{i,k}$ に基

づいて上記式(5)(6)の演算を行い、得られたトレリス線図から、各マークPTの前端エッジと後端エッジの偏量 $b(i)$ を推定して、復号値演算部RD3に供給する。

【手続補正26】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0167

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0167】

更に、図7及び図8に示したように、本発明では、前端及び後端エッジの偏量をM段階に設定した基準マーク列の読取りデータに基づいて、 $M \times M$ 個毎の第1、第2の期待値データ $d_{j,k}$ を設定することとしたので、読取用光ビームBMの非線形な分布特性の影響を受ける場合には、期待値データ $d_{j,k}$ にもその影響が反映される。したがって、情報再生の際に、マーク列PTの前端エッジと後端エッジを同時に読み取ることによって得られる読取りデータ $c(i)$ が読取用光ビームBMの非線形な分布特性の影響を受けていても、上述したビタビ復号等によって、マーク列PTの情報すなわち元の記録データを正確に復号することが出来る。

【手続補正27】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0169

【補正方法】削除

【補正の内容】

【手続補正28】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0170

【補正方法】削除

【補正の内容】

【手続補正29】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0183

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0183】

そして、情報再生を行い、読取用光ビームBMのスポット領域がスペース基準位置Q \times に位置する毎に2つのマークPT、PTを同時に読み取り、それによって得られる読取りデータ $c(i)$ を既述したビタビ復号等の近似解析に適用し、各読取りデータ $c(i)$ と所定の基準データ $d_{j,k}$ とを比較して最も近い値となる基準データ $d_{j,k}$ に基づいて、各マークPTのマーク長やマーク幅を設定されている元の記録データ $a(i)$ と一致する復号データ $f(i)$ を復号する。

【手続補正30】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0184

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0184】

更にここで、基準データ $d_{j,k}$ は、図5に示したのと同様に、光ディスク1の所定の領域に基準マーク列として記録しておく。更に、この変形例における基準マーク列は、そのマーク長やマーク幅が、図13に示した情報再生の対象とされるいわゆる各記録マークPTのマーク長やマーク幅を規定すべく決められているM段階の組み合わせに基づいて設定す

れて記録される。

【手続補正 31】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0185

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0185】

そして、図18に示したマークPTを読み取るのと同様に、基準マークを2つつ同時に読み取ることで基準データ $d_{j,k}$ を取得し、その取得した基準データ $d_{j,k}$ と読取りデータ $c(i)$ とに基づいてビタビ復号等を行う。

【手続補正 32】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0187

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0187】

更に、読取用光ビームBMによってマークPT、PTを2つつ読み取っていくための間隔、すなわち図18中に示す互いに隣接関係に在るスペース基準位置Q \times 、Q \times の間隔は、図6(a)を参照して説明したQ \times 、Q \times の間隔とほぼ等しくすることができることから、高密度記録に適した記録再生を実現することができ。

【手続補正 33】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0188

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0188】

更に、図6(a)を参照して説明した実施形態では、読取用光ビームBMのスポット領域がマーク基準位置Q \times に来たときとスペース基準位置Q \times に来たときに、隣接関係に在る前端及び後端エッジを同時読取りする。このため、マーク基準位置Q \times に来たときに生じる反射光は1つのマークPTの全体の情報等を有する状態となり、スペース基準位置Q \times に来たときに生じる反射光はマークPT、PT間のスペースの情報を多く有する状態となる。そのため、期待値データ $d_{j,k}$ として、図7と図8に示した2種類の状態を示す期待値データD $\times(b(i-1), b(i))$ とD $\times(b(i-1), b(i))$ を使用することとしている。

【手続補正 34】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0189

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0189】

これに対し変形例では、読取用光ビームBMのスポット領域がマーク基準位置Q \times に来たときに読み取るということとはせず、スペース基準位置Q \times に来たときの場合にだけ、2つのマークPT、PTを同時に読み取る。このため、読取りに際して生じる反射光は、読取用光ビームBMが2つのマークPT、PTに照射したときという1つの状態だけであることから、図7と図8に示したような2つの状態を示す期待値データ $d_{j,k}$ を必要としない。

【手続補正 35】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0190

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0190】

このため、1組（1つの状態）の期待値データ $d_{j,k}$ を適用してビタビ復号等を行うことができる。また、各基準マークを前端エッジと後端エッジ毎に偏らせて記録する必要がなく、高密度の記録再生をより簡便に実現することができる等の効果が得られる。

【手続補正36】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0195

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0195】

【発明の効果】

以上説明したように本発明においては、マーク列の互いに隣接する前端エッジと後端エッジとを同時に光学的に読み取り、その同時読取りで得られる読取りデータを、予め決められている複数段の各偏量を示す複数の期待値データと比較し、その結果に基づいて同時に読み取られた各マークの前端エッジと後端エッジの各偏量を求めて多値データを復号する。ここで、各マークの前端エッジと後端エッジの各偏量の組み合わせに基づいて期待値データを設定することにより、ビタビ復号等により復号を行った場合、各マークより光学的に読み取られた非線形特性を有する読取りデータに対しても高精度で多値データを復号することができる。このため、情報記録媒体の高密度化に対応した記録再生を実現し、ひいては情報記録媒体の高密度化に寄与することができる。